

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 745 828 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

04.12.1996 Patentblatt 1996/49

(51) Int. Cl.⁶: **F41G 7/34**, F41G 7/22

(21) Anmeldenummer: **96108075.1**

(22) Anmeldetag: **21.05.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **01.06.1995 DE 19520115**

(71) Anmelder: **CONTRAVES GmbH**

78333 Stockach (DE)

(72) Erfinder:

- **Seidensticker, Jens, Dr.**
78351 Bodman/ Ludwigshafen (DE)
- **Kreuzer, Wolfgang, Dr.**
78333 Stockach 1 (DE)

(74) Vertreter: **Weiss, Peter, Dr. rer. nat.**

Patentanwalt,
Postfach 12 50
78229 Engen (DE)

(54) Verfahren zum Bestimmen der Rollage eines rollenden Flugobjektes

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen der Rollage eines rollenden Flugobjektes, insbesondere zur Lenkung eines/r ballistisch fliegenden Projektils/Rakete mit Rollausgleich. Dabei wird eine Feldstärke des Erdmagnetfeldes insbesondere ein Feldstärkevektor zur Bestimmung der Rollage des Flugobjektes verwendet.

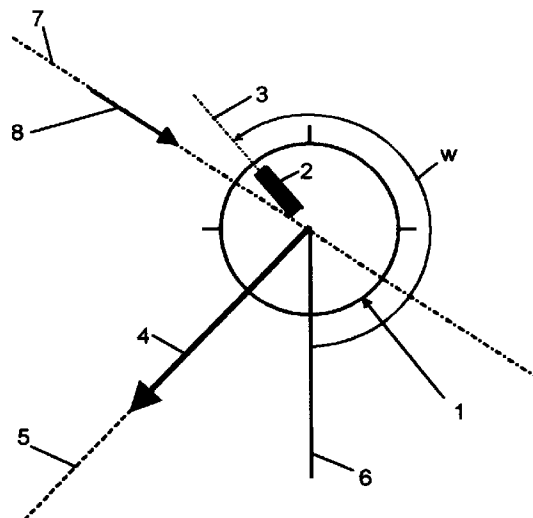


Fig. 1

EP 0 745 828 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen der Rollage eines rollenden Flugobjektes, insbesondere zur Lenkung eines/r ballistisch fliegenden Projektils/Rakete mit Rollausgleich.

Bei ballistisch fliegenden Projektilen/Raketen aber auch bei anderen Flugobjekten ist die Bestimmung der Rollage von entscheidender Bedeutung, sofern eine nachträgliche Lenkung dieser Flugobjekte während der Mission erfolgen soll. Insbesondere gilt dies für die Lenkung von ballistisch fliegenden Projektilen/Raketen, bei denen die Möglichkeit einer Flugbahnkorrektur vorgesehen ist, wie beispielsweise in der P 44 01 315.9 beschrieben wird.

Im vorliegenden Fall handelt es sich vorwiegend um Flugobjekte, deren Drehbewegung um die Rollachse besonders ausgeprägt ist. Die Drehbewegungen um die anderen Körperachsen (Nick- und Gierbewegung) sind im Vergleich dazu gering. Dabei wird vorausgesetzt, daß zumindest eine Richtungsreferenz, wie die Richtung des Geschwindigkeitsvektors des Flugobjektes z.B. durch Messung bekannt ist. Ferner werden Flugobjekte mit quasi stabiler, d.h., langsam veränderlicher Rollfrequenz betrachtet, da nur für diese Bewegungsart mit dem hier vorgestellten Verfahren eine gesicherte Bestimmung der Rollage nicht nur zu einzelnen Zeitpunkten möglich ist.

Bislang werden Rollagen mittels Lagereferenzkreisel oder anderen Trägheitsreferenzsystemen ermittelt. Diese Vorrichtungen bzw. Systeme sind mechanische/optronische Präzisionsgeräte und daher entsprechend teuer.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der oben genannten Art zu entwickeln, mittels welchem eine relativ genaue Bestimmung der Rollage des Flugobjektes erfolgt und welches einen nur geringen Aufwand voraussetzt.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt, daß eine Feldstärke des Erdmagnetfeldes insbesondere ein Feldstärkevektor zur Bestimmung der Rollage des Flugobjektes verwendet wird.

Dieses Verfahren soll zur Lenkung eines/r ballistisch fliegenden Projektils/Rakete mit Rollausgleich eingesetzt werden. Ein Feldstärkevektor des Erdmagnetfeldes wird als Richtungsreferenz genutzt.

Ein Magnetfeldsensor mißt die Komponente des Erdmagnetfeldes vorzugsweise in radialer Richtung zum/r Projektil/Rakete. Dabei zeigt sich in Abhängigkeit der Rollage ein alternierender, sinusartiger Verlauf einer gemessenen Intensität, dessen Minima und Maxima anzeigen, daß die Meßrichtung dem Verlauf des Erdmagnetfeldes am nächsten ist. Aus dem zeitlichen Abstand der Maxima/Minima wird die Rollfrequenz bestimmt.

Der Ort des Magnetfeldsensors ist zugleich Bezugspunkt für die Rollage.

Die Rollachse des folgsamen Flugobjektes wird durch den Geschwindigkeitsvektor angenähert. Die

Richtung des Geschwindigkeitsvektors ist bekannt, da er entweder als Soliverlauf noch während der Missionsplanung festgelegt und in einem Auswerterechner gespeichert oder während des Fluges z.B. mit NAV-STAR-GPS gemessen wird.

Eine weitere Möglichkeit der Referenzierung für die Rollage ergibt sich aus der Vermessung des/r fliegenden Projektils/Rakete durch Radar oder Laser. Da die Bestrahlung des/r Projektils/Rakete aus einer bekannten und festlegbaren Richtung geschieht, kann damit die Richtung des Erdmagnetfeldes der Rollage des/r Projektils/Rakete zugeordnet werden. Auf die Richtung des Geschwindigkeitsvektors kann in diesem Fall verzichtet werden.

Die Orientierung des Feldstärkevektors ist in einem vorab definierten Bezugssystem bekannt und in einem Auswerterechner gespeichert.

Aus der Orientierung von Richtungsreferenz (z.B. Geschwindigkeitsvektor) und Feldstärkevektor läßt sich die Rollage des/r Projektils/Rakete für die Zeitpunkte der maximalen bzw. minimalen Intensität berechnen. Zwischen diesen Zeitpunkten wird die Rollage mit der ermittelten Rollfrequenz vorausbestimmt. Durch Berücksichtigung der Systemtotzeit, d.h., der für die Auswertung erforderliche Zeit, wird die Genauigkeit der Rollagebestimmung zusätzlich gesteigert.

Im Rahmen der Erfindung liegt selbstverständlich auch, daß mehrere Magnetfeldsensoren verwendet werden, wodurch eine genauere Bestimmung der Rollage möglich wird.

Der Fall, daß die Flugbahn des/r Projektils/Rakete auf einer Feldlinie des Erdmagnetfeldes liegt, kann insbesondere bei ballistisch fliegenden Flugkörpern als singulärer Ausnahmefall gesehen werden. In diesem Ausnahmefall ist eine Bestimmung der Rollage mit diesem Verfahren nicht möglich, da trotz Rollbewegung keine Feldstärkeänderungen quer zur Flugbahn auftreten. Dieser Ausnahmefall kann durch eine entsprechende Missionsplanung vermieden werden. Tritt er dennoch ein, so wird er vom Verfahren automatisch erkannt.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in

Figur 1 eine schematische Darstellung der Beziehung zwischen einem Flugkörper und dem Erdmagnetfeld;

Figur 2 eine diagrammartige Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Bestimmen der Rollage eines Flugobjektes.

Gemäß Figur 1 ist schematisch ein Flugobjekt 1 mit einem Magnetfeldsensor 2 und einer Meßachse 3 dargestellt. Dieses Flugobjekt hat einen Geschwindigkeitsvektor 4 und eine Rollachse 5. Der Pfeil w stellt den Rollwinkel des Flugobjektes 1 gegenüber einer vertikalen

len Referenzachse (VRA) 6 dar. Strichpunktiert ist eine Feldlinie 7 des Erdmagnetfeldes mit einem Feldstärkevektor 8 eingezeichnet.

Anhand des Feldstärkevektors 8 erfolgt die Bestimmung der Rollage des Flugobjektes 1, wobei der Geschwindigkeitsvektor 4 des Flugobjektes bekannt ist.

Die Funktionsweise der vorliegenden Verfahrens ist folgende:

Infolge der Rollbewegung des Flugobjektes 1 sensiert der Magnetfeldsensor 2 bezüglich seiner Meßachse 3 einen alternierenden, sinusartigen Verlauf der Intensität des Magnetfeldes. Dieser Verlauf ist in Fig. 2 als Funktion über der Zeit t dargestellt.

Entscheidend für die Auswertung ist allein der qualitative Verlauf eines Meßsignals 9 mit seinen ausgeprägten Maxima und Minima, sowie den zu diesem Maxima/Minima gehörenden Zeitpunkten 10.

Ein zeitlicher Abstand T_p zweier Maxima bzw. zweier Minima ist die Dauer für eine Rollumdrehung des/r Projektils/Rakete. Daraus wird die Rollfrequenz bestimmt.

Die Geschwindigkeit des Flugobjektes 1 wird unabhängig von dem vorliegenden Verfahren bestimmt. Dies geschieht beispielsweise über NAVSTAR-GPS (Global Positioning System), mit dessen Hilfe positionswerte des/r Projektils/Rakete und auch Geschwindigkeit ermittelt werden.

Neben Position und Geschwindigkeit des Flugobjektes 1 ist auch die Richtung der VRA 6 in einem vorher definierten Bezugssystem bekannt. Das Verfahren nutzt den Geschwindigkeitsvektor 4 als Näherung für die Rollachse 5 des Flugobjektes 1.

Rollachse 5, VRA 6 und Feldstärkevektor 8 lassen die Bestimmung der Rollage eines Referenzpunktes, bspw. Ort des Magnetfeldsensors 2, zum Zeitpunkt, in dem die Meßachse 3 mit der Feldlinie 7 maximal übereinstimmt, zu. Zwischen diesen Zeitpunkten wird der Rollwinkel w vorausberechnet und zwar aus Rollfrequenz und Zeitspanne nach der letzten Referenzmessung.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen der Rollage eines rollenden Flugobjektes, insbesondere zur Lenkung eines/r ballistisch fliegenden Projektils/Rakete mit Rollausgleich, dadurch gekennzeichnet, daß eine Feldstärke des Erdmagnetfeldes insbesondere ein Feldstärkevektor zur Bestimmung der Rollage des Flugobjektes verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Feldstärkevektor als Richtungsreferenz benutzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Magnetfeldsensor des Flugobjektes an zumindest einem

bestimmten Ort an dem Flugobjekt die Feldstärke des Erdmagnetfeldes und damit den Feldstärkevektor ermittelt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Ort des Magnetfeldsensors als Bezugspunkt zur Ermittlung der Rollage verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß, bedingt durch die Drehung des Flugobjektes um seine Rollachse, abhängig von seiner Rollage durch den Magnetfeldsensor alternierende Intensitäten eines Meßsignals als Minima und Maxima über die Zeit und damit über einen Rollwinkel ermittelt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5 dadurch gekennzeichnet, daß die Feldstärke und damit der Feldstärkevektor von dem Magnetfeldsensor radial zur Rollachse des Flugobjektes ermittelt wird.
7. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Geschwindigkeitsvektor des/r Projektils/Rakete gemessen und als Referenz für die Rollagebestimmung verwendet wird.
8. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Geschwindigkeitsvektor des/r Projektils/Rakete als Funktion oder in Form einer Tabelle im Auswerterechner gespeichert, zeitrichtig berechnet und als Referenz für die Rollagebestimmung verwendet wird.
9. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Flugobjekt durch Radar und/oder aus einer bekannten und festlegbaren Richtung bestrahlt wird, und damit die Richtung des Erdmagnetfeldes der Rollage des/r Projektils/Rakete zugeordnet wird.

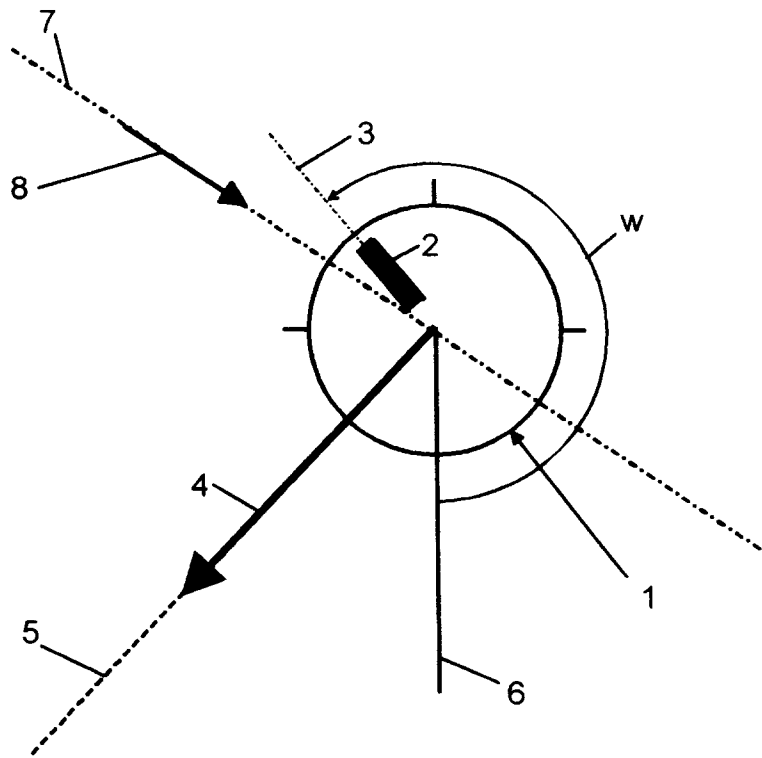


Fig. 1

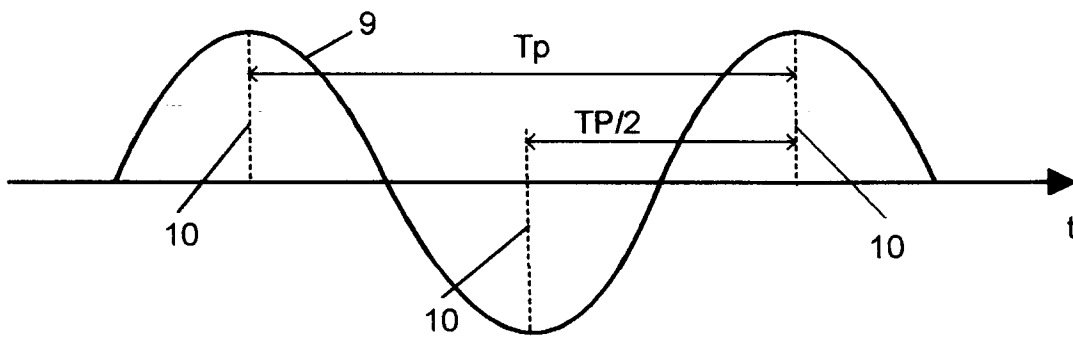


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 10 8075

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	DE-A-31 31 394 (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 3.März 1983 * das ganze Dokument *	1-6	F41G7/34 F41G7/22
X	GB-A-2 121 984 (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM; MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 4.Januar 1984 * Zusammenfassung * * Abbildungen 1,3 *	1-6,8	
X	US-A-4 084 773 (SCHMIDT JR GEORGE EDWIN ET AL) 18.April 1978 * die Abbildungen ; zusammenfassung *	1-6,9	
A	EP-B-0 249 838 (BUNDESREP DEUTSCHLAND) 6.März 1991 * die Ansprüche *	1-9	
A	US-A-4 646 990 (CLEVELAND JR WILLIAM C) 3.März 1987 * das ganze Dokument *	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F41G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		12. September 1996	
		Prüfer	
		Deconinck, E	
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 : mündliche 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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	