



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 922 923 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**28.08.2002 Patentblatt 2002/35**

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

(21) Anmeldenummer: **98120909.1**

(22) Anmeldetag: **04.11.1998**

(54) **Verfahren zur Kompensation der Displacement-Verzögerungszeit**

Method for compensation of displacement delay time

Procédé pour la compensation du temps de retard de déplacement

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**FR GB IT SE**

• **Hohenberger, Hans-Peter**  
**81929 München (DE)**

(30) Priorität: **15.11.1997 DE 19750672**

(74) Vertreter: **Hummel, Adam et al**  
**EADS Deutschland GmbH**  
**LG-PM - Patente**  
**Willy-Messerschmitt-Strasse**  
**85521 Ottobrunn (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**16.06.1999 Patentblatt 1999/24**

(73) Patentinhaber: **LFK Lenkflugkörpersysteme GmbH**  
**81663 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 752 573**

(72) Erfinder:  
• **Engelhardt, Wolfgang**  
**85579 Neubiburg (DE)**

**EP 0 922 923 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Kompensation der Displacement-Verzögerungszeit gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Die hier angesprochene indirekte Displacementprädiktion besteht in einem Verfahren, das die durch die Verzögerungszeit während der Bilddatenverarbeitung und Datenübertragung entstehenden Ungenauigkeiten der Zielposition im Suchkopfbild durch Verwendung von im System bekannten Drehraten und Winkeln kompensiert. Bedingt durch die Bilddatenverarbeitungszeit sowie durch die Laufzeit während der Datenübertragung ergeben sich bekanntermaßen sogenannte Ablagefehler für die Position eines fahrenden, fliegenden oder stehenden Zieles.

**[0003]** Die Hauptaufgabe der Waffenanlage besteht darin, daß auf Anforderung des Schützen die Munition möglichst schnell und genau das Ziel während des "Handovers" zuzuweisen. Es ist bekannt, daß das von der Waffenanlage an die Munition übertragene Displacement um 40 ms veraltet ist. Damit soll ausgesagt sein, daß gerade für die sehr kritische Initialisierung des Homing-Head-Trackers - den Erfolg des "Handovers" betreffend - neben Meßfehler von Visiertracker und Alignmentprocessor auch noch Fehler aufgrund nicht zu erreichender zeitlicher Synchronisation zwischen Zielposition im Bild und zugehörigem Bildinhalt selbst hinzukommen. Als Lösung zur Verbesserung des Displacements bleibt nach heutigem Stand der Technik lediglich mit einer "direkten Prädiktion" über ein implementiertes "Fading-Memory-Filter" im Alignmentprocessor zu arbeiten und die näherungsweise Kompensation über direkte Prädiktionsverfahren, das heißt zum Beispiel über im Alignment-processorimplizierte "Fading-Memory-Filter"

**[0004]** Dadurch sind aber folgende Nachteile gegeben:

**[0005]** Einmal müßten die Displacements differenziert werden, was jedoch zu einer Verstärkung des Meßrauschens führen würde.

**[0006]** Zum andernmal bedarf es einer verhältnismäßig langen Zeit bis eine Verbesserung der Genauigkeit durch Prädiktion gegeben ist, da sich die Displacements während der Initialisierung des Homing-Head-Trackers beziehungsweise während des Handovers wegen des Einschwingvorganges des Nachführregelkreises mitunter relativ stark ändern. Eine Extrazeit für diesen Vorgang während des Handovers zu reservieren ist wegen der Anforderungen an die Einweisungszeit nicht zulässig. Dieses Verfahrens muß daher als wenig erfolgreich und nicht optimal eingestuft werden.

**[0007]** Als veröffentlichter Stand der Technik wird die Druckschrift EP 0 752 573 genannt.

**[0008]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde ein Verfahren der eingangs genannten Art aufzuzeigen, das die Genauigkeit einer von der Waffenanlage zu ermittelnden Zielposition für die Initia-

lisierung des Homing-Head-Trackers verbessert ohne hierbei die Einweisungszeit zu erhöhen.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 aufgezeigten Maßnahmen gelöst. In den Unteransprüchen sind Ausgestaltungen und Weiterbildungen angegeben und in der nachfolgenden Beschreibung ist ein Ausführungsbeispiel erläutert. Die Figuren der Zeichnung ergänzen diese Erläuterung. Es zeigen:

5  
10 Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels zu dem Konzept der "direkten Prädiktion" des Displacements,

15 Fig. 2 ein Blockschaltbild eines prinzipiellen zum Stand der Technik zählenden Aufbaus eines Suchkopf-Nachführregelkreises über den Alignmentprocessor,

20 Fig. 3 ein Blockschaltbild des Konzeptes der "indirekten Prädiktion" des Displacements.

25 **[0010]** Der allgemeine Erfindungsgedanke schlägt eine "indirekte Prädiktion" des Displacements vor, bei der zusätzliche Zustandsgrößen, die bereits im System vorhanden sind, zur Rekonstruktion des aktuellen Displacements erangezogen werden. Bezüglich der Waffenanlage ist zu sagen, daß es sich hier um die im Alignmentprocessor AP bereits zur Verfügung stehende "Suchkopf-Slaving-Drehrate" handelt, die sich aus der transformierten Visierdrehrate zusammensetzt. Außerdem ist zur kompletten Prädiktion der Sichtlinienbewegung theoretisch die Prädiktion der Zielbewegung im Visierbild erforderlich. Diese Prädiktion kann im Visiertracker der Waffenanlage vorgenommen werden. Abhängig von der Nachführgenauigkeit des Visierregelkreises kann jedoch auch unter Umständen auf die Zielpositoonsprädiktion im Visierbild verzichtet werden.

35 **[0011]** Was nun die Munition betrifft, handelt es sich um die zur autonomen Nachführregelung des Homing-Head HH verwendete integrierte Suchkopfdrehrate.

40 **[0012]** Werden diese Zustandsgrößen in der in Fig. 3 dargestellten Form mit dem Displacement kombiniert, so ist die Möglichkeit das zur Homing-Head-Tracker-Initialisierung verwendete Displacement zu aktualisieren oder mit dem Suchkopfbild zu synchronisieren. Die Figuren der Zeichnung sind für einen Fachmann so eindeutig, daß detaillierte Ausführungen hierzu nicht erforderlich erscheinen.

45 **[0013]** Der Vorteil, den die vorbeschriebene und in der Zeichnung veranschaulichte Maßnahme gewährleistet, ist darin zu sehen, daß die der zur Rekonstruktion des aktuellen Displacements maßgeblichen Zustandsgrößen (Visier- und Suchkopfdrehrate) nicht differenziert werden müssen. Außerdem sind keine Zeitverzögerungen zu erwarten, die durch Ungenauigkeiten aus dem Einschwingverhalten des Nachführregelkreises resultieren. Der Alignmentprocessor AP wird im vorliegenden Fall ein um das prädierte LOS (line of sight)-Win-

kel-Inkrement vorausberechnete Displacement liefern und durch Subtraktion des im Homing-Head (HH) gemessenen OAS (Optische-Achse-Suchkopf) -Winkel-Inkrement wird dieses Displacement auf den geschätzten aktuellen Wert korrigiert.

**[0014]** Um nun das Signalrauschen weitgehend gering zu halten, ist es sinnvoll, für die Berechnung des präzisierten LOS (Line-Of-Sight)-Winkel-Inkrement als Näherung das gleiche Verfahren zu benutzen, wie es bei der Ermittlung des gemessenen OAS-Winkel-Inkrement angewendet wird. Das heißt: anstatt einer Multiplikation der Suchkopf (SK)-Slaving-Drehrate mit der Totzeit  $\Delta T = 40$  ms erfolgt eine Integration, Verzögerung und Subtraktion, wodurch eine Signalglättung erzielt wird

**[0015]** Die vorgeschlagene "indirekte Prädiktion" des Displacements wurde mittels "Mathematisch Digitaler Simulation" MDS überprüft, d.h. daß im Alignmentprocessor AP - Simulationsmodell sowie im "Munition Alignment Handover Modell" MAHM die beschriebenen Modifikationen - wie zum Beispiel:

a) Berechnung der um das präzisierte Sichtlinienwinkelinkrement erweiterten Displacements im Alignmentprocessor (Kb-Modell),

b) Berechnung des Suchkopfwinkelinkrement über die Integration der Suchkopfdrehraten im Homing Head der Munition (MAHM),

c) Berechnung der indirekt präzisierten Zielposition (Displacement) zur Initialisierung des Homing-Head-Trackers aus a) und b) in der Munition (MAHM)

realisiert und getestet werden. Die Ergebnisslieferung eine deutliche Steigerung der "Handover-Performance", was nun dazu geführt hat, daß die "indirekte Displacementprädiktion" bereits über einen auch von MBUK akzeptierten Änderungsantrag in Hardware bzw. operationelle Software eingeflossen ist.

**[0016]** Wie in Fig.3 schematisch dargestellt, ermittelt der AP das Displacement zwischen der Zielposition im Visierbild (LOS-Winkel) und der Position der optischen Achse des Suchkopfes im Visierbild (OAS-Winkel). Dabei greift er, was in Fig. 3 nicht dargestellt ist, auf die vom Visiertracker gelieferte Zielposition im Visierbild (LOS-Winkel) zurück.

**[0017]** Dieses Displacement wird zur Initialisierung des Homing-Head-Trackers an die Munition übertragen und ist aufgrund der Bilddatenverarbeitungszeit sowie der Displacementübertragungszeit um 2 Suchkopfbilder bzw. 40 ms ( $T1+T2 = \Delta T$ ) veraltet.

**[0018]** Die "indirekte Displacementprädiktion" (grauer Hintergrund) gliedert sich in zwei Anteile:

**[0019]** Zum einen wird von der Waffenanlage bzw. AP ein um 40 ms präzisiertes Sichtlinien (LOS)- Winkelinkrement errechnet und zum anderen wird in der Munition

das während der 40 ms Verzögerungszeit entstandene Suchkopfachse (OAS) - Winkelinkrement aus bereits vorhandenen Zustandsgrößen ermittelt. Die beiden Inkremente werden dem herkömmlichen Displacement überlagert und führen zum um 40 ms präzisierten Displacement, das zur Initialisierung des HH-Trackers verwendet wird.

## 10 Patentansprüche

1. Verfahren zur Kompensation der Verzögerungszeit (Displacementprädiktion) während der Ziel-Datenverarbeitung- und -übertragung von einer die Zielposition ermittelnden Waffenanlage zur verschießenden Munition, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Rekonstruktion eines Displacements zusätzliche Zustandsgrößen wie Suchkopf-Slaving-Drehrate und die integrierte Suchkopfdrehrate des vorhandenen Suchkopf (SK)-Nachführregelkreises über einen Alignmentprocessor (AP) zur aktuellen Rekonstruktion des Displacements verwendet und kombiniert werden, wobei der Alignmentprocessor (AP) ein um das präzisierte Sichtlinien-Winkel-Inkrement (LOS) vorausberechnete Displacement liefert, das im Homing-Head (HH) durch Subtraktion des gemessenen Winkel-Inkrement um die optische Achse des Suchkopfes (OAS) auf den geschätzten aktuellen Wert korrigiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zur Homing-Head-Tracker-Initialisierung verwendete Displacement mit dem Suchkopfbild synchronisiert wird.

## Claims

1. Method for compensating for the delay time (displacement prediction) during target data processing and transmission from a weapons system, ascertaining the target position, to the munition to be fired, **characterised in that**, in order to reconstruct a displacement, additional state variables, such as the seeker head slaving rotation rate and the integrated seeker head rotation rate of the seeker head (SK) tracker control circuit that is present, are used and combined by means of an alignment processor (AP) for the up-to-date reconstruction of the displacement, the alignment processor (AP) delivering a displacement which is calculated in advance in the form of the predicted line-of-sight angle increment (LOS) and which, in the homing head (HH), corrects to the estimated up-to-date value by subtraction of the measured angle increment with respect to the optical axis of the seeker head (OAS).

2. Method according to claim 1, **characterised in that**

the displacement used for homing head tracker initialisation is synchronised with the seeker head image.

5

## Revendications

1. Procédé pour la compensation du temps de retard (prédiction de déplacement) pendant le traitement et la transmission de données cibles, depuis un système d'arme déterminant la position cible, vers une munition à tirer, **caractérisé en ce que** pour la reconstruction d'un déplacement, on utilise et on combine des grandeurs d'état supplémentaires, comme le taux de rotation d'asservissement de la tête chercheuse et le taux de rotation intégré de la tête chercheuse du circuit de régulation suiveur (SK) existant dans la tête chercheuse via un processeur d'alignement (AP) pour la reconstruction actuelle du déplacement, le processeur d'alignement (AP) fournissant un déplacement pré-calculé de l'incrément angulaire prédit (LOS) de la ligne de visée, qui effectue une correction dans l'autodirecteur (HH) à la valeur actuelle estimée par soustraction de l'incrément angulaire mesuré autour de l'axe optique de la tête chercheuse (OAS).
 

10

15

20

25
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le déplacement utilisé pour l'initialisation du suivi de l'autodirecteur est synchronisé avec l'image de la tête chercheuse.
 

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

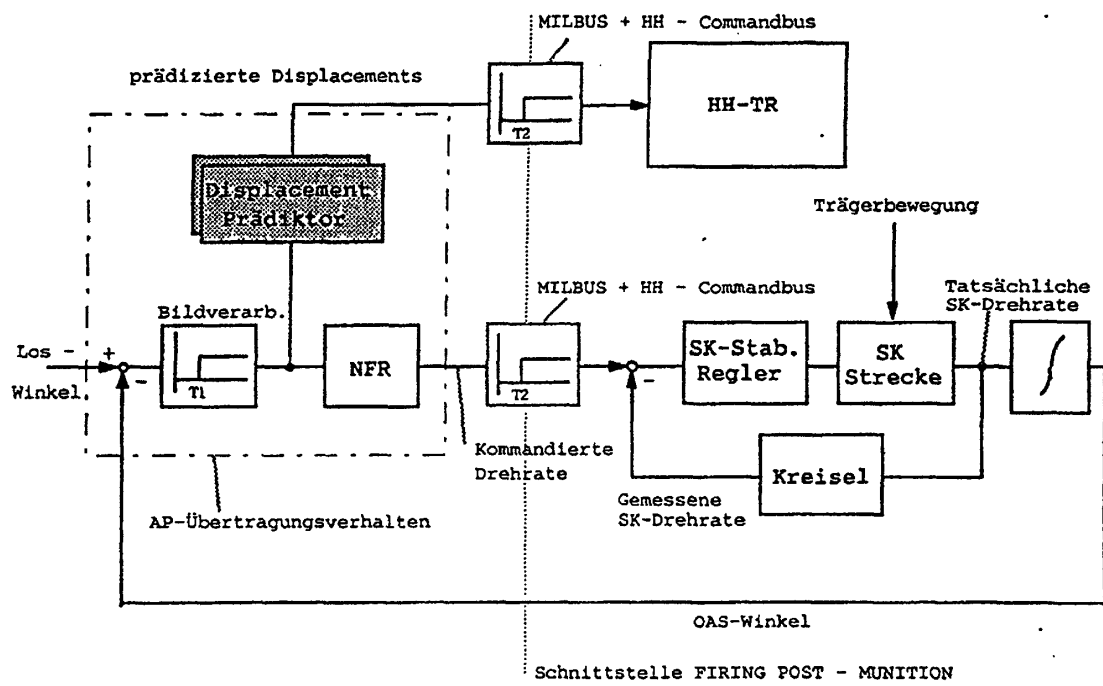


Fig. 2

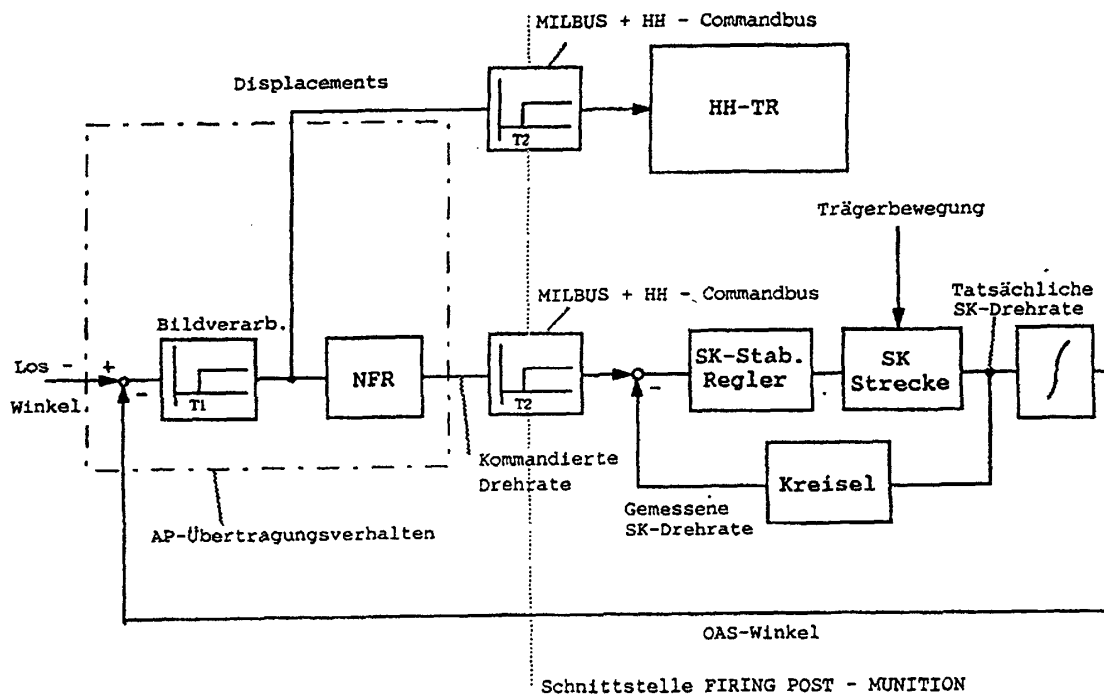


Fig. 3

