

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 922 923 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.06.1999 Patentblatt 1999/24

(51) Int. Cl.⁶: F41G 7/22

(21) Anmeldenummer: 98120909.1

(22) Anmeldetag: 04.11.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder:
LFK Lenkflugkörpersysteme GmbH
81663 München (DE)

(72) Erfinder:
• Engelhardt, Wolfgang
85579 Neubiburg (DE)
• Hohenberger, Hans-Peter
81929 München (DE)

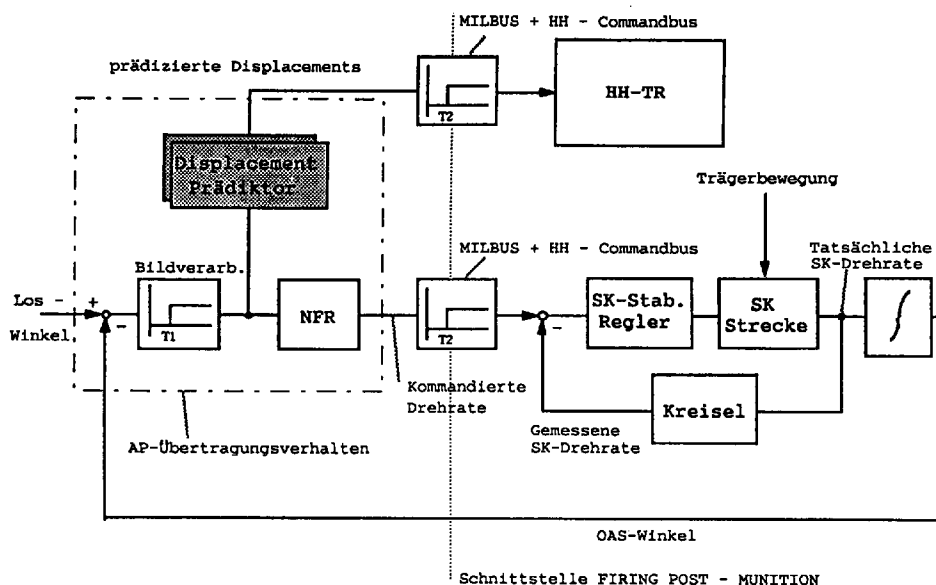
(30) Priorität: 15.11.1997 DE 19750672

(54) Verfahren zur Kompensation der Displacement-Verzögerungszeit

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur indirekten Displacementprädiktion, die durch die Verzögerungszeit während der Datenverarbeitungs- und -übertragung entstehenden Ungenauigkeiten der Ziel-

position durch Verwendung von im System vorhandene und bekannte Drehraten und Winkel kompensiert. Ein Ausführungsbeispiel ist erläutert.

Fig. 1



EP 0 922 923 A1

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 Alignmentprocessorimplizierte "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] 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 Initialisierung des Homing-Head-Trackers verbessert ohne hierbei die Einweisungszeit zu erhöhen.

[0008] 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:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels zu dem Konzept der „direkten Prädiktion“ des Displacements,

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

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

[0009] 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.

[0010] Was nun die Munition betrifft, handelt es sich um die zur autonomen Nachführregelung des Homing-Head HH verwendete integrierte Suchkopfdrehrate.

[0011] 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.

[0012] 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 prädizierte LOS (line of sight)-Winkel-Inkrement vorausberechnetes Displacement liefern und durch Subtraktion des im Homing-Head HH

gemessenen OAS (Optische-Achse-Suchkopf)-Winkel-Inkrementen wird dieses Displacement auf den geschätzten aktuellen Wert korrigiert.

[0013] Um nun das Signalaussehen weitgehend gering zu halten, ist es sinnvoll, für die Berechnung des prädierten LOS (Line-Of-Sight)-Winkel-Inkrementen als Näherung das gleiche Verfahren zu benutzen, wie es bei der Ermittlung des gemessenen OAS-Winkel-Inkrementen 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

[0014] 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 prädierte Sichtlinienwinkelinkrement erweiterten Displacements im Alignmentprocessor (Kb-Modell),

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

c) Berechnung der indirekt prädierten 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 Displacementprädikation" bereits über einen auch von MBUK akzeptierten Änderungsantrag in Hardware bzw. operationelle Software eingeflossen ist.

[0015] 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.

[0016] 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 ($T_1 + T_2 = \Delta T$) veraltet.

[0017] Die "indirekte Displacementprädikation" (grauer Hintergrund) gliedert sich in zwei Anteile:

[0018] Zum einen wird von der Waffenanlage bzw. AP ein um 40 ms prädiertes Sichtlinien (LOS)-Winkelinkrement errechnet und zum anderen wird in der Munition das während der 40 ms Verzögerungszeit entstandene

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

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kompensation der Verzögerungszeit (Displacementprädikation) 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 prädierte Sichtlinien-Winkel-Inkrement (LOS) vorausberechnete Displacement liefert, das im Homing-Head (HH) durch Subtraktion des gemessenen Winkel-Inkrementen 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.

Fig. 1

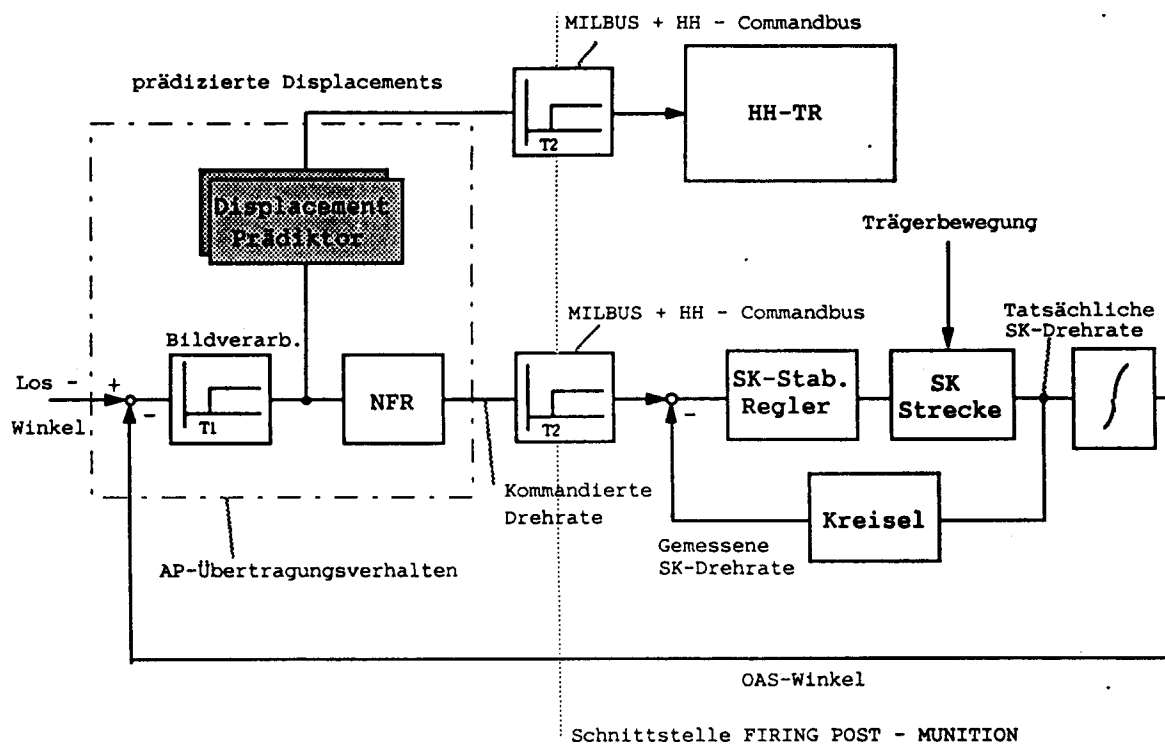


Fig. 2

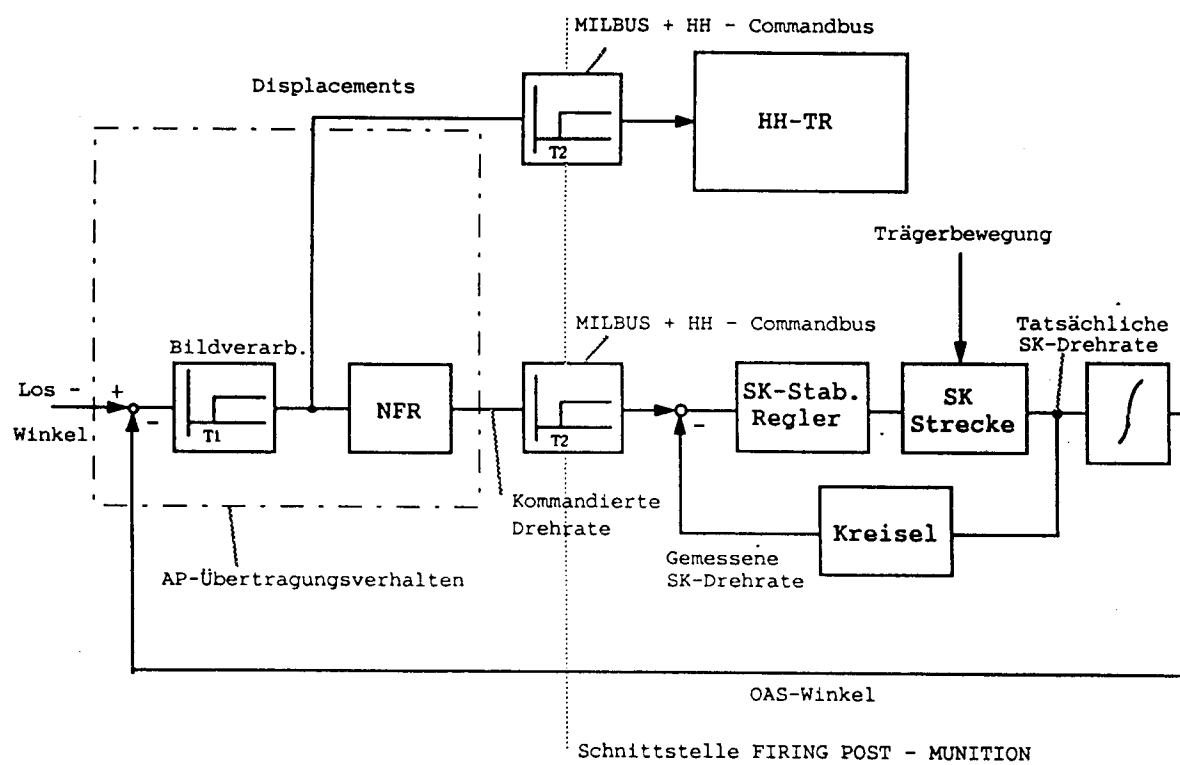
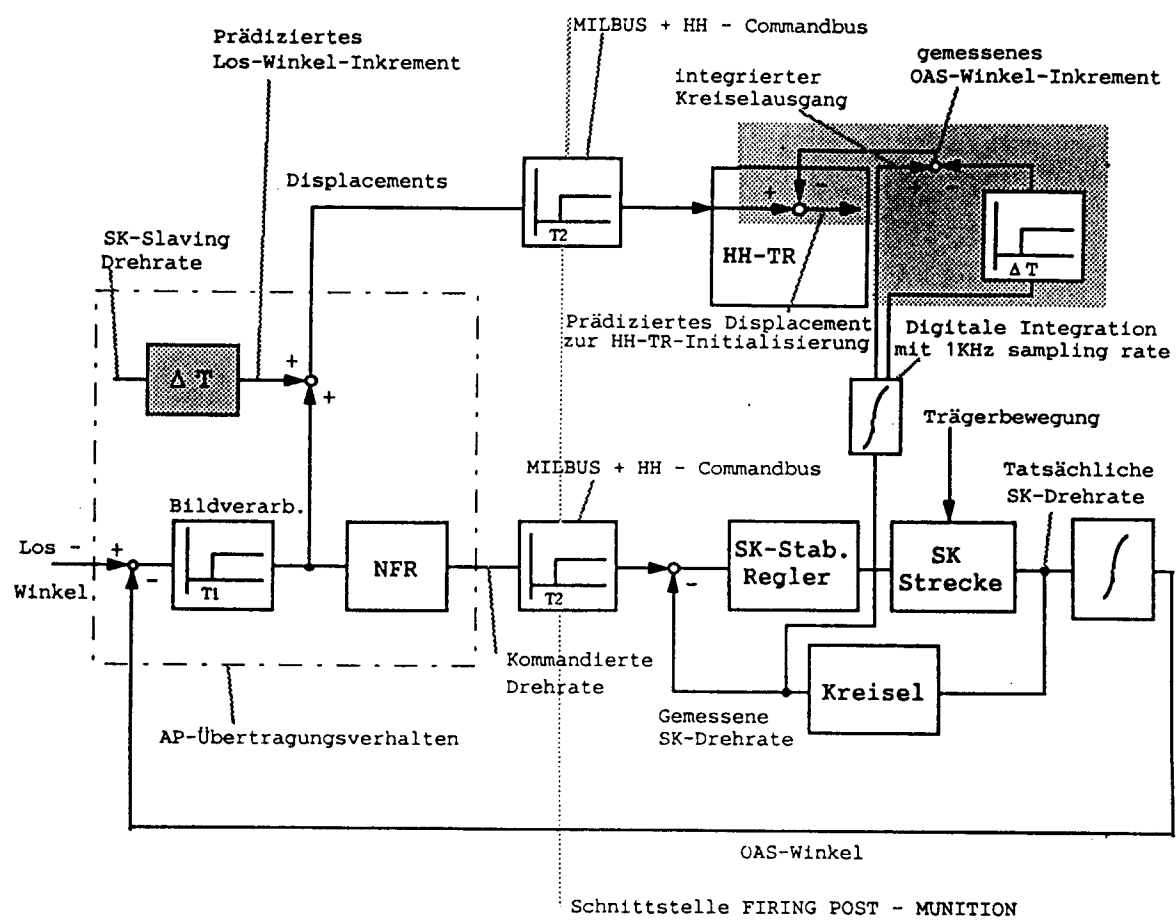


Fig. 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 12 0909

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP 0 752 573 A (RAYTHEON CO) 8. Januar 1997 * Zusammenfassung * * Seite 3, Zeile 26 - Seite 4, Zeile 24; Abbildung 1 * -----	1	F41G7/22
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F41G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 22. April 1999	Prüfer Blondel, F
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 : nichtschriftliche 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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 98 12 0909

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

22-04-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0752573 A	08-01-1997	US 5696347 A	09-12-1997

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82