

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 727 638 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

21.08.1996 Patentblatt 1996/34

(51) Int. Cl.⁶: **F41G 7/22**

(21) Anmeldenummer: **96102303.3**

(22) Anmeldetag: **16.02.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE FR GB IT

(30) Priorität: **20.02.1995 DE 19505791**

(71) Anmelder: **Daimler-Benz Aerospace**

Aktiengesellschaft

D-81663 München (DE)

(72) Erfinder:

• **Harraeus, Egbert**

D-85579 Neubiberg (DE)

• **Obkircher, Bernt, Dr.**

88263 Horgenzell (DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Bekämpfung verdeckt operierender Hubschrauber

(57) Es wird ein Verfahren zum lückenlosen Erfassen, Identifizieren und zuverlässigen Bekämpfen verdeckt operierender Hubschrauber mit einem Flugkörper mit integriertem Zielsuchkopf vorgeschlagen, bei dem das Bildfeld des Suchkopfes rechnergesteuert sowohl in der Such- als auch der Zielverfolgungsphase optimal angepaßt ist, wobei der den Zielsuchkopf beinhaltende Flugkörper während der Suchphase eine zur Erdoberfläche in etwa parallele Flugbahn ausführt, bei dem fer-

ner die Suche typischerweise in einem Streifen von bis zu 1200 m Breite erfolgt und wobei die Sichtlinienachse während der Suchphase mit einem geeigneten Winkel schräg nach unten weist und während der Zielverfolgung kollinear zur Flugkörperachse verläuft und wobei die durch die Rotorblattbewegung modulierte Eigenstrahlung des Hubschraubers zur Zielerkennung genutzt wird.

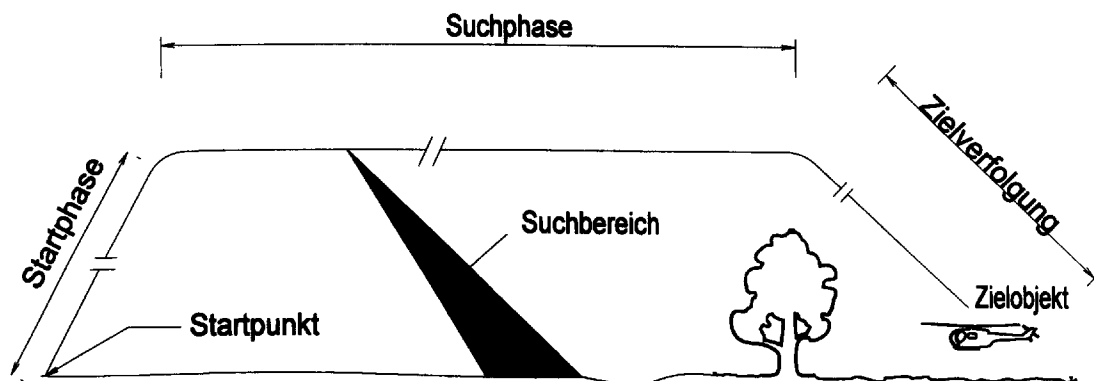


Fig. 1 Flugprofil und Missionsphasen

EP 0 727 638 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung, mit deren Hilfe verdeckt operierende, kurzzeitig auftauchende und anschließend wieder die Deckung nutzende gegnerische Hubschrauber auch nach dem Verlust der Sichtverbindung unter Verwendung eines selektiv auf Hubschrauber-Typenerkennung entwickelten elektro-optischen Suchkopfes wirksam bekämpft werden können.

Solche Vorrichtungen sind in unterschiedlichen Ausführungsformen bekannt. Als Beispiel hierfür kann die Patentschrift DE 37 33 681 C1 genannt werden. Bei der bekannten Vorrichtung wird zur Hubschrauberdetektion ein sog. Infrarot-Suchkopf verwendet. Der Suchkopf besteht im wesentlichen aus einer Eintrittsoptik in deren Brennebene infrarot-empfindliche Detektorelemente in einer Rechteckmatrix angeordnet sind. Jedes Detektorelement kann individuell ausgelesen, das daraus resultierende Signal nach Amplitude und Frequenzverhalten untersucht werden.

Die Beobachtungsachse des Suchkopfes ist vertikal nach unten ausgerichtet, wobei davon ausgegangen werden kann, daß gegnerische Hubschrauber, Geländeabschattungen nutzend, sich in Bodennähe bewegen. Der Suchkopf ist so ausgestaltet, daß er aufgrund seiner Bildfeldauslegung und seiner Höhe über Grund Hubschrauber anhand ihrer durch die Rotorblattbewegung charakteristisch modulierten Eigenstrahlung in einem definierten Suchgebiet zuverlässig erkennen können soll.

Die Auslegung des Suchkopfes auf die vertikale Beobachtungsrichtung schränkt die operationelle Leistungsfähigkeit eines mit diesem Sensor ausgestatteten Abwehrflugkörpers erheblich ein, insbesondere wenn dieser "schulterverschießbar" sein muß. Kriterien für die Schulterverschießbarkeit sind geringes Gewicht (typisch 12 kg), einfache Handhabung, hohe Zuverlässigkeit und ein günstiges Kosten/Nutzenverhältnis.

In Verbindung mit einem Flugkörper kann dieser vertikal nach unten ausgerichtete Sensoren wie folgt eingesetzt werden. Der beobachtende Schütze entdeckt einen gegnerischen Hubschrauber. Er schätzt die Entfernung zum Ziel und gibt diesen Wert in die Startvorrichtung des Flugkörpers ein. Da das Sensorbildfeld begrenzt ist, hängt von der Zuverlässigkeit dieser Schätzung der Erfolg der Bekämpfungsmaßnahme entscheidend ab. Ferner muß sichergestellt sein, daß sich die durch die Schätzwerte vorgegebenen Suchbereiche überlappen. Der Flugkörper wird gestartet. Entsprechend der Entfernungsdaten und des vorgegebenen Sensorbildfeldes bewegt sich der Flugkörper auf einer vorgegebenen Flugbahn um dann auf einer Höhe von typischerweise 800 - 1200 m durch einen Heckfallschirm abgebremst zu werden. Die Flugkörperlängsachse ist nach Abschluß des Bremsvorganges vertikal orientiert, der Zielsuchkopf blickt nach unten, die Suchphase beginnt. Die Fallgeschwindigkeit muß durch den Fallschirm der Leistungsfähigkeit des Signalauswerte-

verfahrens angepaßt werden. Ist das Ziel erfaßt, wird der Fallschirm abgetrennt. Der verbliebene Teil des Flugkörpers, der den Gefechtskopf beinhaltet, muß nunmehr, ausgehend von der geringen Fallgeschwindigkeit, soweit beschleunigt werden, daß das Ziel selbst bei maximaler Fluchtgeschwindigkeit zuverlässig bekämpft werden kann.

Die Nachteile der bekannten Einrichtung hinsichtlich der Wirksamkeit eines Waffensystems sind offenkundig:

- Falsche Entfernungsschätzung führt zu Fehlschuß, was nur durch einen zusätzlich eingesetzten Laserentfernungsmesser vermeidbar wäre.
- Die Suchphase erfolgt bei geringer Flugkörpergeschwindigkeit. In der daraus resultierenden Zeit kann das Ziel eine zusätzliche Distanz zurücklegen, deren Überwindung erhöhte Anforderungen an die Zielverfolgungsgeschwindigkeit des Flugkörpers stellt.
- Aufgrund der ungünstigen Energiebilanz durch zusätzliche Brems- und Beschleunigungsmanöver erhöhter Treibstoffbedarf, und daraus resultierend Gewichtszunahme, ungünstiges Kosten-/Nutzenverhältnis.
- Der Fallschirm erhöht Komplexität des Flugkörpers und damit dessen Ausfallquote, sowie die Herstellungskosten.
- Ohne eine zusätzliche Vorrichtung zur elektronischen oder mechanischen Bildstabilisierung im Suchkopf können die Pendelbewegungen am Fallschirm während der Suchphase nicht ausgeglichen werden, so daß die Frequenz der Hubschrauberstrahlung in der Realität - so wie in DE 37 33 681 C1 angegeben - gar nicht erkannt werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein bedienerfreundliches, wirksames Verfahren und eine Einrichtung zur Realisierung desselben aufzuzeigen, mit dem die zuverlässige Erkennung und Bekämpfung insbesondere von verdeckt operierenden Hubschraubern, d. h. ohne Sichtverbindung des Schützen zum Ziel, ohne Entfernungsmessung, bei niedrigem Flugkörpergewicht gewährleistet ist, wobei wesentlich ist, daß die Zielsuche auch bei einem Flugprofil in einer Ebene parallel oder unter einem geringen Neigungswinkel zum Gelände erfolgen kann.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 aufgezeigten Maßnahmen gelöst. In den Unteransprüchen sind Ausgestaltungen und Weiterbildungen angegeben und in der nachfolgenden Beschreibung wird anhand eines Bekämpfungsszenarios ein Ausführungsbeispiel erläutert und in den Figuren der Zeichnung, die auch als Ergänzung der Beschreibung anzusehen sind, skizziert.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren Fig. 1 bis Fig. 3 erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 in schematischer Darstellung die operationelle Aufgabe gemäß der Erfindung, 5
- Fig. 2 in schematischer Darstellung die Suchphase gemäß der Erfindung, und
- Fig. 3 in schematischer Darstellung die Zielverfolgungsphase gemäß der Erfindung. 10

In Fig. 1 ist die operationelle Aufgabe schematisch dargestellt. Ein am Startpunkt positionierter Schütze geht aufgrund vorangegangener Beobachtungen davon aus, daß sich ein gegnerisches Zielobjekt hinter einem Baum in Deckung befindet. Damit besteht zwischen ihm und dem Ziel keine direkte Sichtverbindung. Die hier nicht näher dargestellte Schulter-Startvorrichtung wird ungefähr zum Ziel ausgerichtet, der Flugkörper startet unter einem Elevationswinkel von typischerweise 70°. Auf einer Höhe von typischerweise 800m schwenkt der Flugkörper in eine Flugbahn ein, die ungefähr parallel zum Gelände verläuft. 15 20

Nunmehr beginnt die Suchphase, deren Details aus Fig. 2 ersichtlich werden. Die Bildfeldachse wird aufgrund der Winkelstellung des stationären Keiles K und des Drehkeiles DK unter einem Winkel von typischerweise 45° nach unten ausgerichtet. Durch die Wahl der Detektormatrix DM (z. B. InSb-Detektormatrix mit 256*256 Einzeldetektoren) und der Auslegung des Linsensystems LS wird bei einer Flughöhe von 800 m auf der Erdoberfläche typischerweise ein Suchstreifen der Breite (senkrecht zur Flugrichtung) von bis zu 1200 m ausgebildet. 25 30 35

Wird ein Ziel aufgrund seiner durch die Rotorblattbewegungen in eindeutiger Weise modulierten Infrarot-Eigenstrahlung entdeckt, so nähert sich der Flugkörper, wie in Fig. 3 angedeutet, dem Ziel nach dem Lenkgesetz der Proportionalnavigation. Gleichzeitig dreht sich der Drehkeil um 180° um die Flugkörper-Längsachse, so daß die Bildfeldachse nunmehr kollinear zur Flugkörperachse orientiert ist. Damit beginnt die Zielverfolgungsphase. 40 45

Neben der Zielsuche und eindeutigen Zielerkennung dient die Signalauswertung SAW der Spurbildung. Dadurch verbessert sich die Prädiktion der Zielbewegung und die Treffergenauigkeit. Desweiteren werden die Meßwerte eines Lagesensors (Roll-, Nick- und Gierbewegungen) in der Signalauswertung zur Bildstabilisierung verwendet. Dabei werden die Dreh- und Längsbewegungen des Flugkörpers durch Sensoren quantitativ erfaßt werden und mittels geeigneter Algorithmen das Sehfeld am Boden auf elektronischem Wege so stabilisiert, daß die Frequenzerkennung der Hubschrauber innerhalb von Rasterelementen eines am Boden ruhenden Laserkoordinatensystems erfolgt. 50 55

Patentansprüche

- Verfahren zum lückenlosen Erfassen, Identifizieren und zuverlässigen Bekämpfen verdeckt operierender Hubschrauben mit einem Flugkörper mit integriertem Zielsuchkopf, wobei die durch die Rotorblattbewegung modulierte Eigenstrahlung des Hubschraubers zur Zielerkennung genutzt wird, **dadurch gekennzeichnet**,
 - daß der den Zielsuchkopf beinhaltende Flugkörper während der Suchphase eine zur Erdoberfläche in etwa parallele Flugbahn ausführt,
 - daß die Sichtlinienachse während der Suchphase mit einem geeigneten Winkel schräg nach unten weist und während der Zielverfolgung kollinear zur Flugkörperachse verläuft,
 - daß die Suche typischerweise in einem Streifen von bis zu 1200 m Breite erfolgt,
 - daß die Dreh- und Längsbewegungen des Flugkörpers durch Sensoren quantitativ erfaßt werden und
 - daß mittels geeigneter Algorithmen das Sehfeld am Boden auf elektronischem Wege so stabilisiert wird, daß die Frequenzerkennung der Hubschrauber, die ein über eine gewisse Mindestzeit ruhendes Bild im Suchkopf erfordert, innerhalb von Rasterelementen eines am Boden ruhenden Koordinatensystems erfolgt.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Sensorbildfeld nach erfolgter Zielerkennung durch eine Veränderung der Sichtlinienachse den Anforderungen der Zielverfolgungsphase angepaßt wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bildfeldadaptation des Infrarot-Zielsuchkopfes beim Übergang von der Suchphase zur Zielverfolgungsphase durch optisch wirksame Drehkeile erfolgt.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bildfeldadaptation durch eine mechanisch definierte, variable Anordnung von Spiegeln erfolgt.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus dem zeitlichen Ablauf der Zielbewegung (Spurbildung) in der Endphase der Zielverfolgung der optimale Auftreffbereich des Flugkörpers im Ziel berechnet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sensor auf einer Flugbahn bewegt wird, die näherungsweise senkrecht zu der Richtung verläuft, in der das Ziel ursprünglich geortet wurde.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

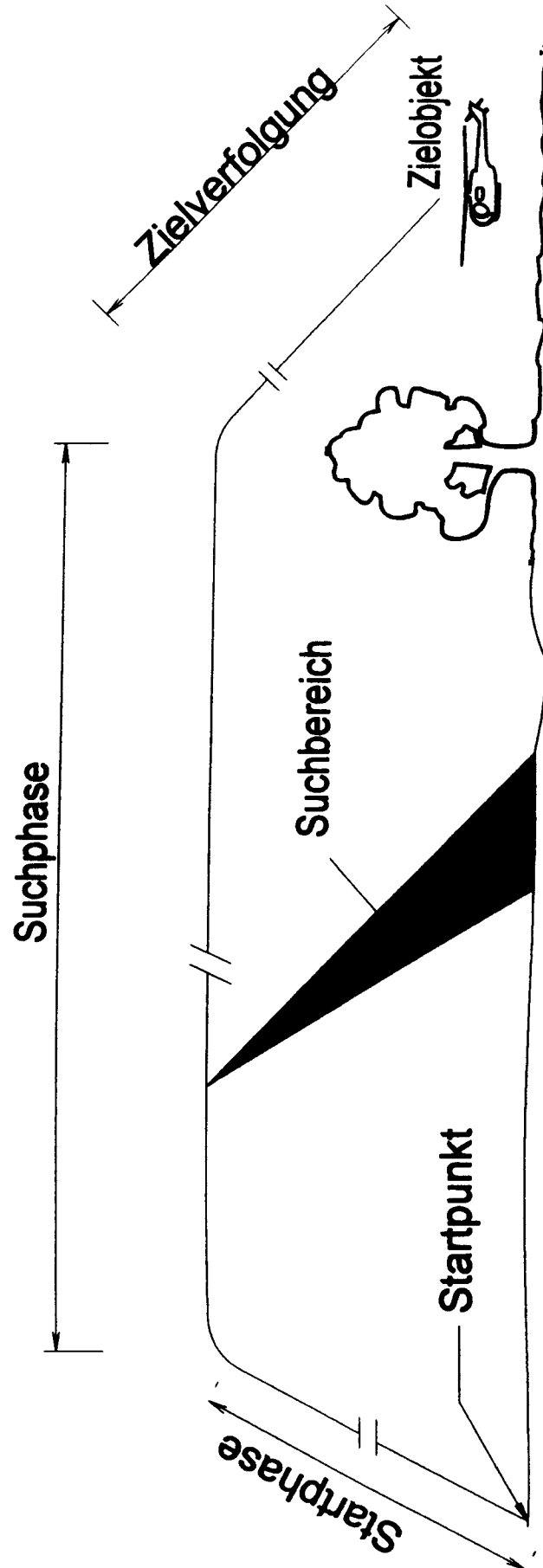


Fig. 1 Flugprofil und Missionsphasen

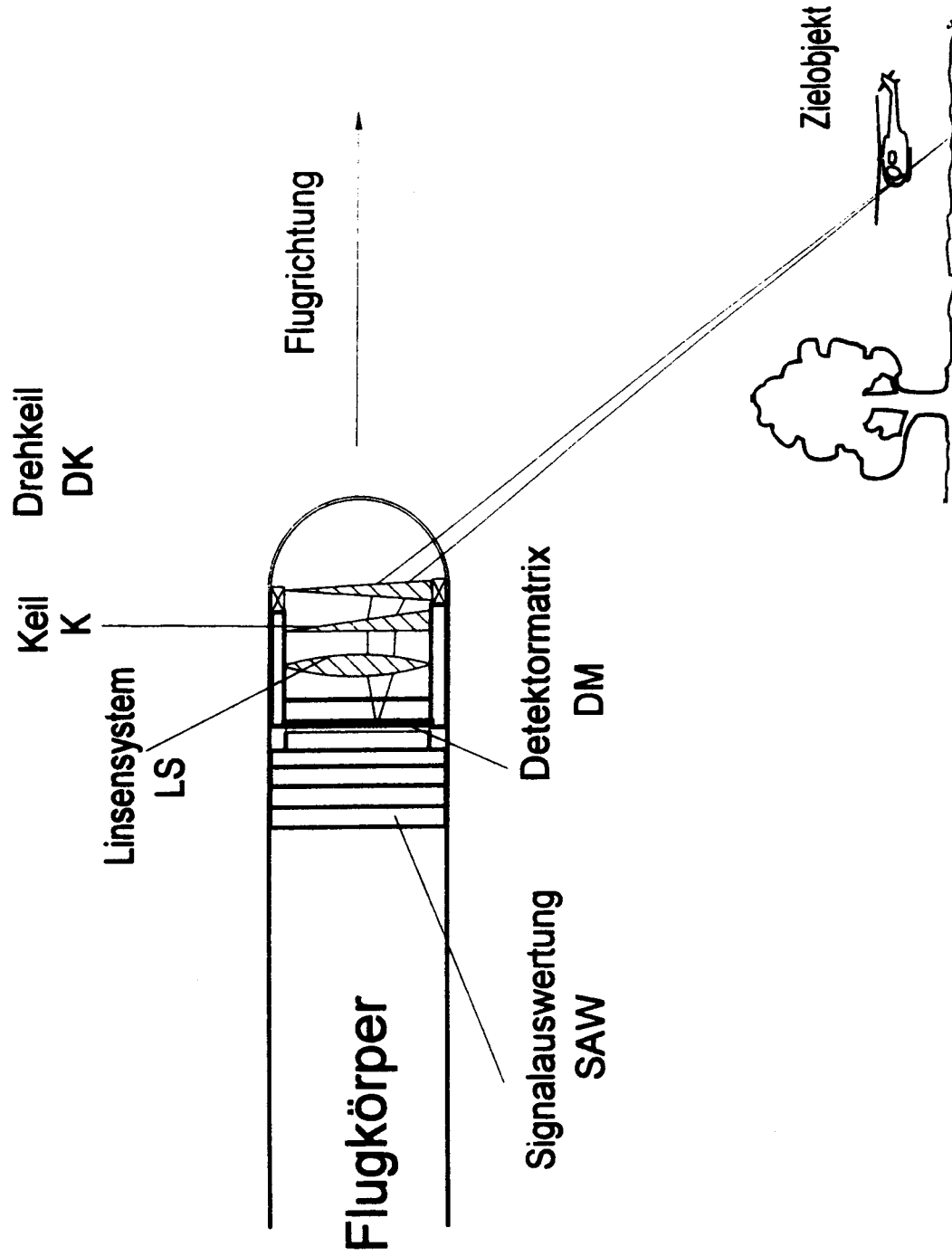


Fig. 2 IR-Zielsuchkopf während der Suchphase

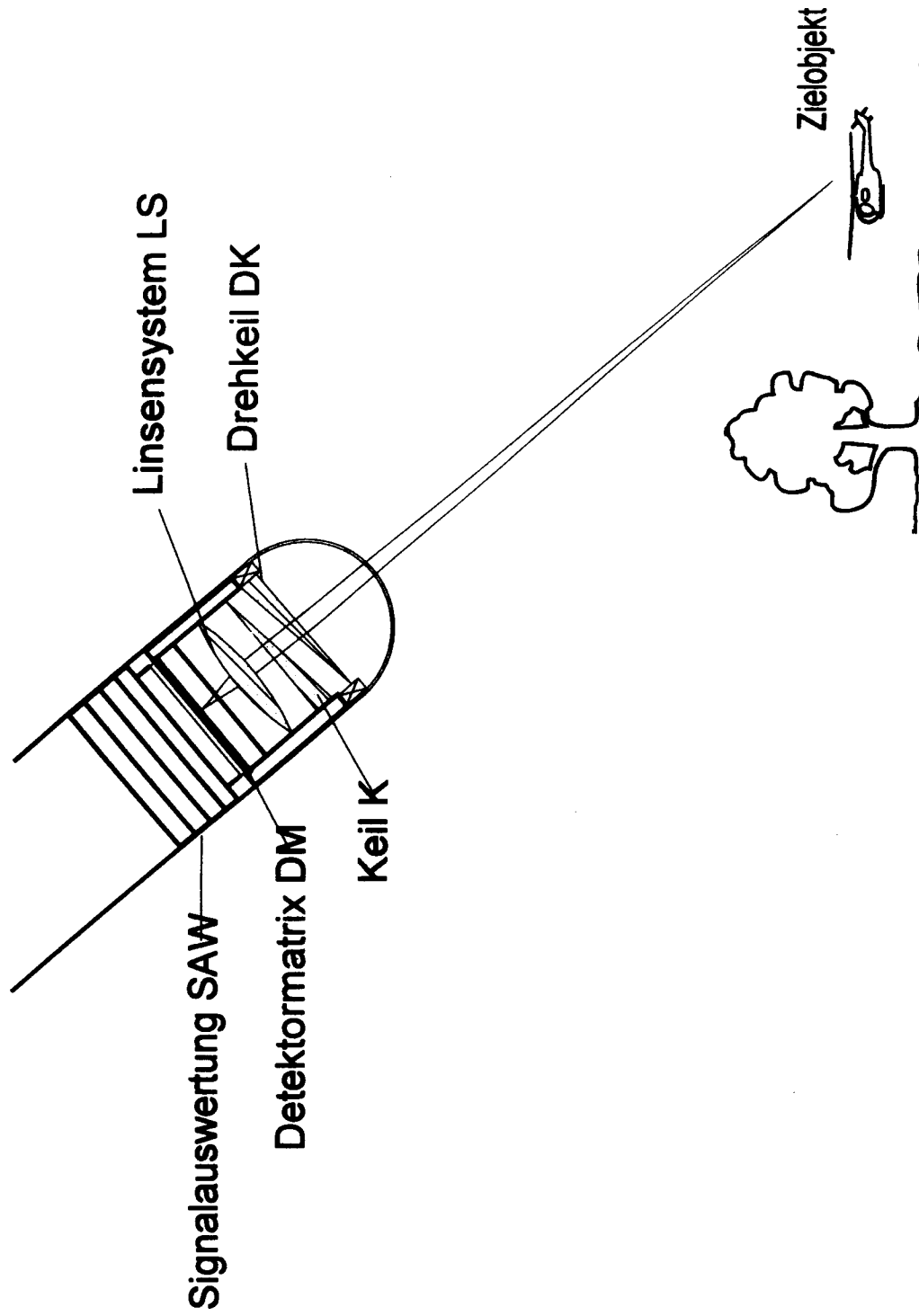


Fig. 3 IR-Zielsuchkopf in der Zielverfolgungsphase



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 10 2303

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A,D	DE-C-37 33 681 (BUCK CHEMISCH TECHNISCHE WERKE GMBH & CO) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 41 - Spalte 3, Zeile 54; Abbildung *	1	F41G7/22
A	DE-A-33 34 758 (BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND , VERTRETEN DURCH DEN BUNDESMINISTER DER) VERTEIDIGUNG , DIESER VERTRETEN DURCH DEN PRÄSIDENTEN DES BUNDESAMTES FÜR WEHRTECHNIK UND BESCHA * Zusammenfassung * * Seite 7, Zeile 11 - Seite 13, Zeile 5; Abbildungen 1-3 *	1	
A	FR-A-2 686 706 (SOCIÉTÉ ANONYME DE TELECOMMUNICATIONS) * Zusammenfassung * * Seite 1, Zeile 1 - Seite 3, Zeile 9 *	1	
A	DE-A-28 31 825 (LICENTIA PATENT VERWALTUNGS GMBH) * Seite 5, Zeile 26 - Seite 9, Zeile 11; Abbildungen 1-4 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) F41G
A	FR-A-2 537 263 (DIEHL GMBH & CO) * Zusammenfassung * * Seite 3, Zeile 25 - Seite 9, Zeile 10; Abbildungen 1-3 *	1	
A	DE-A-37 34 758 (MESSERSCHMITT - BÖLKOW - BLOHM GMBH) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 43 - Spalte 2, Zeile 60; Abbildungen 1-3 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 29.Mai 1996	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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 10 2303

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	DE-C-38 37 842 (ELTRO GMBH , GESELLSCHAFT FÜR STRAHLUNGSTECHNIK) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 47 - Spalte 2, Zeile 23; Abbildungen 1,2 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 29.Mai 1996	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 : 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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)