

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer: **0 100 979**
B1

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
22.06.88

51

Int. Cl.4: **F 41 G 7/22**

21

Anmeldenummer: **83107521.3**

22

Anmeldetag: **30.07.83**

54

Halbaktives Leitsystem für einen zielsuchenden, lenkbaren Flugkörper.

30

Priorität: **14.08.82 DE 3230267**

73

Patentinhaber: **Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH,
Theodor-Stern-Kai 1, D-6000 Frankfurt/Main 70 (DE)**

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.02.84 Patentblatt 84/8

72

Erfinder: **Kriegesmann, Peter, Dipl.-Ing., Reutlinger
Strasse 52, D-7900 Ulm (DE)**

45

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.06.88 Patentblatt 88/25

74

Vertreter: **Schulze, Harald Rudolf, Dipl.-Ing. et al,
Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH
Theodor-Stern-Kai 1, D-6000 Frankfurt/Main 70 (DE)**

84

Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR IT NL

56

Entgegenhaltungen:
DE - A - 2 162 983
FR - A - 1 454 451
FR - A - 2 470 357
GB - A - 1 064 150
GB - A - 1 406 707
US - A - 3 300 777
US - A - 3 799 676

EP 0 100 979 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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

Die Erfindung betrifft ein halbaktives Leitsystem für einen zielsuchenden, lenkbaren Flugkörper.

Bei einem halbaktiven Leitsystem, wie es beispielsweise in der DE-OS 2 162 983 beschrieben ist, wird ein Ziel, zu dessen Bekämpfung der Flugkörper gestartet wird, durch einen vom Flugkörper getrennten und im allgemeinen ortsfesten Beleuchter mit elektromagnetischer Energie angestrahlt. Die auf das Ziel auftreffende Strahlung wird u. a. in Richtung des Flugkörpers reflektiert, der passiv aus der relativen Einfallsrichtung des auf ihn reflektierten Strahlungsanteils eine Information über die einzuschlagende Flugrichtung gewinnt. Ein solches halbaktives Flugkörper-Leitverfahren kann während des gesamten Flugwegs oder auch nur während kürzerer Phasen des Flugs zur Anwendung kommen.

Es ist grundsätzlich erforderlich, dass das Ziel während einer solchen halbaktiven Phase des Flugkörpers mit Ausnahme sehr kurzer möglicher Unterbrechungen ständig beleuchtet wird.

In der FR-A 2 470 357 ist ein Leitverfahren für einen Flugkörper beschrieben, bei welchem ein Laser zur Beleuchtung eines zu bekämpfenden Zieles vorgesehen ist. Eine den Laser bedienende Person richtet dabei den scharf gebündelten Laserstrahl auf das Ziel. Der auf das Ziel abgeschossene Flugkörper enthält Empfangseinrichtungen, welche das vom Ziel rückgesteuerte Laserlicht detektieren und erforderlichenfalls über Steuermittel die Flugrichtung des Flugkörpers auf das Ziel hin korrigieren. Die bedienende Person muss während der gesamten Flugphase des Flugkörpers den Laserstrahl auf das Ziel ausgerichtet halten und bei bewegtem Ziel diesem nachführen. Die Laserbeleuchtung des Zieles kann auch auf eine kurze Ausrichtphase nach dem Start des Flugkörpers beschränkt werden. Für diesen Fall ist im Flugkörper eine Bildaufnahmevorrichtung vorgesehen, die während der kurzen Beleuchtungsphase die momentane Zielrichtung ermittelt und im folgenden die Steuerung des Flugkörpers anhand des laufend aufgenommenen Bildes übernimmt.

Für Flugkörperleitsysteme, die ohne Zielbeobachter zur Entdeckung und Verfolgung des Zieles auskommen, werden derzeit Systeme eingesetzt, die zu einer ersten Zielentdeckung ein Rundsuchradar oder eine vergleichbare Einrichtung aufweisen. Da die Antenne des Rundsuchradars nur für kurze Zeit auf das Ziel gerichtet und das Radarsignal üblicherweise pulsformig ist, eignet sich das Rundsuchradar nicht zur Beleuchtung des Zieles. Ein entdecktes Ziel wird daher durch ein Zielverfolgungsradar mit sehr schmalen, angenähert bleistiftförmigem Richtdiagramm beleuchtet. Aus dem vom Ziel zum beleuchteten Zielverfolgungsradar reflektierten Echoanteil lässt sich der momentane Zielort ständig bestimmen und diese Information dazu benutzen, die schmale Antennenkeule des Beleuchters genau auf das Ziel auszurichten.

Da, wie bereits ausgeführt, die Zielbeleuchtung während einer halbaktiven Phase ununterbrochen erfolgen muss, kann durch eine solche Zielverfolgungseinrichtung jeweils nur ein Ziel beleuchtet werden. Für die gleichzeitige Abwehr mehrerer Ziele, i. e. das gleichzeitige Leiten mehrerer Flugkörper, müssen dann mehrere gleichartige Zielverfolgungseinrichtungen vorhanden sein. Die damit verbundene Vervielfachung des Aufwands steht in Anbetracht der hohen Kosten für die komplexen, autonomen Zielverfolgungseinrichtungen dem Aufbau eines leistungsfähigen Leitsystems entgegen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein halbaktives Leitsystem für Lenkflugkörper anzugeben, das mit geringem Aufwand insbesondere auch zur gleichzeitigen Leitung mehrerer Flugkörper aufgebaut werden kann.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist im Patentanspruch 1 beschrieben. Die Unteransprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

Wesentlich bei dem erfindungsgemässen System ist, dass die Beleuchtungseinrichtung nur zum Aussenden von Signalen, nicht jedoch zum Empfang von Echos ausgebildet ist, also nicht über die Möglichkeit einer selbstständigen Zielverfolgung verfügt. Eine derartige Beleuchtungseinrichtung ohne eigene Empfangs- und Auswertmöglichkeit ist wesentlich einfacher aufgebaut und daher kostengünstiger als eine autonome Zielverfolgungseinrichtung. Dies wirkt sich besonders vorteilhaft aus bei der Erweiterung eines Leitsystems auf mehrere Beleuchtungseinrichtungen. Da mit der Beleuchtungseinrichtung der Zielort nicht ermittelt werden kann, werden die Zielortinformationen der Zielortungseinrichtung für die Ausrichtung des Richtdiagramms herangezogen.

Nach Entdeckung eines Zieles und Bestimmung des Zielorts durch die Zielortungseinrichtung werden aus den Zielinformationen Einstellgrößen für die Beleuchtungseinrichtung abgeleitet und an die Beleuchtungseinrichtung übertragen. Die halbaktive Leitung eines Flugkörpers zu dem entdeckten Ziel durch Beleuchtung erfolgt von der Beleuchtungseinrichtung aus. Die Zielortungseinrichtungen sind frei zur Untersuchung des gesamten Überwachungsraums auf das Vorhandensein weiterer Ziele. Die Ausrichtung des Richtdiagramms der Beleuchtungseinrichtung nach Massgabe des ermittelten Zielorts bzw. der übertragenen Einstellgrößen erfolgt über gebräuchliche Stelleinrichtungen.

Der gesamte Überwachungsraum wird üblicherweise von den Zielortungseinrichtungen insbesondere bei einem Rundsuchradar periodisch überstrichen. Das von der Beleuchtungseinrichtung beleuchtete Ziel wird daher nach einer bestimmten Informationserneuerungszeit wieder von den Zielortungseinrichtungen erfasst. Dabei wird ein neuer Zielort des Zieles, das sich zwischenzeitlich weiterbewegt hat, ermittelt und das Richtdiagramm der Beleuchtungseinrichtung entsprechend dem neuen Zielort neu eingestellt.

Um zu vermeiden, dass das Ziel innerhalb der Informationserneuerungszeit den Bereich des Richtdiagramms der Beleuchtungseinrichtung verlässt und der Flugkörper kein Ziel mehr sieht, ist der durch das Richtdiagramm ausgeleuchtete Raumwinkel, d.h. die azimutale und elevationale Breite der Richtkeule so gewählt, dass er grösser als oder zumindest gleich gross wie der Manövrierraum des Ziels innerhalb der Informationserneuerungszeit ist. Die Grenzen dieses Manövrierraumes ergeben sich aus der Länge der Informationserneuerungszeit, den aktuellen Zieldaten und Annahmen über die Manövrierfähigkeit des Ziels. Die Technik des Arbeitens mit einem eingegrenzten Manövrierraum ist von Radarsystemen mit Spurbildung her bekannt.

Da der Manövrierraum u.a. vom Zielraum abhängt und dieser sich im Regelfall ständig verändert, sieht eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vor, die Form des Richtdiagramms der Beleuchtungseinrichtung, also die Breite in Elevation und Azimut veränderbar zu machen, so dass der über das Richtdiagramm ausgeleuchtete Raumwinkel den jeweils aktuellen Zieldaten angepasst werden kann.

Zur Ausleuchtung eines Winkelbereichs können auch mehrere Beleuchtungseinrichtungen, deren Beleuchtungsbereiche einander ergänzen, eingesetzt werden. Beim Übergang des Ziels von einem Winkelbereich in den anderen geht dann auch die Beleuchtungsaufgabe auf die neue Beleuchtungseinrichtung über.

Die Erfindung ist besonders vorteilhaft zur Ergänzung und Erweiterung bekannter Systeme, die ein Rundsuchradar zur Raumüberwachung und eine oder mehrere Zielverfolgungseinrichtungen mit schmalen, annähernd bleistiftförmigem Richtdiagramm umfassen, geeignet. Das Rundsuchradar und die Zielverfolgungseinrichtungen übernehmen dabei gemäss der Erfindung im wesentlichen die Funktion der Zielortungseinrichtungen.

Eine günstige Ausführungsform sieht vor, dass nach der Entdeckung eines Ziels durch das Rundsuchradar eine Zielverfolgungseinrichtung auf das Ziel gerichtet wird und dessen genauen Zielort ermittelt. Mit der Zielverfolgungseinrichtung kann auch die Zielhöhe bestimmt werden, während das Rundsuchradar häufig nur eine Bestimmung des Zielazimuts ermöglicht. Die Zielverfolgungseinrichtung kann dabei vorteilhafterweise bereits auch die Zielbeleuchtung in der Anfangsphase durchführen.

Gemäss einer günstigen Ausführungsform der Erfindung übernimmt nach der Ermittlung des genauen Zielorts und Ableitung entsprechender Einstellgrössen daraus die Beleuchtungseinrichtung die Zielbeleuchtung. Die Zielverfolgungseinrichtung wird dadurch (nach Frequenzwechsel) für ein neues Ziel frei.

Eine andere günstige Ausführungsform sieht vor, dass die Zielverfolgungseinrichtung die Beleuchtung des Ziels so lange wahrnimmt bis sich das Ziel der Beleuchtungseinrichtung auf eine Höchstentfernung, die anschaulich als Reichweite der Beleuchtungseinrichtung bezeichnet werden

könnte, genähert hat. Bei gleicher Sendeleistung ist beim Einsatz der Zielverfolgungseinrichtung zur Beleuchtung aufgrund des wesentlich schärfer gebündelten Richtdiagramms die auf das Ziel treffende Energie und damit auch die Intensität der zum Flugkörper reflektierten Signale grösser.

Bei einer weiteren günstigen Ausführungsform wird davon ausgegangen, dass es bei Vorliegen nur eines Ziels vorteilhaft ist, während der gesamten Flugzeit (bzw. der halbaktiven Phase) des Flugkörpers die Zielbeleuchtung durch die Zielverfolgungseinrichtung vorzunehmen und nur bei Vorliegen eines weiteren Ziels die Beleuchtung an die Beleuchtungseinrichtung zu übertragen und die Zielverfolgungseinrichtung zur Zielortbestimmung und evtl. Beleuchtung des neuen Ziels einzusetzen.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass bei Vorliegen mehrerer Ziele jedes Ziel durch je eine Beleuchtungseinrichtung beleuchtet wird und die Zielverfolgungseinrichtung unabhängig von weiteren Zielortungseinrichtungen in zyklischer Reihenfolge die Zielorte der beleuchteten Ziele ermittelt. Dadurch kann die Informationserneuerungszeit merklich verringert werden.

Die einzelnen Betriebsmodi und die Abstimmung der verschiedenen Systemkomponenten werden vorteilhafterweise über einen zentralen Rechner gesteuert. Dieser liefert in an sich bekannter Weise auch die flugkörperspezifische Einstellung von z.B. Frequenz, Sendezeitpunkt und Modulation des Beleuchtungssignals.

Die Beleuchtungseinrichtungen können in Pausen, in denen sie nicht zur Flugkörperleitung benötigt werden, Täuschsenderaufgaben wahrnehmen und werden hierzu von der Zentrale entsprechend gesteuert.

Patentansprüche

1. Halbaktives Leitsystem für einen zielsuchenden lenkbaren Flugkörper, mit
 - Zielortungseinrichtungen,
 - mindestens einer Zielbeleuchtungseinrichtung,
 - Stellmitteln zur Ausrichtung des Richtdiagramms der Zielbeleuchtungseinrichtung auf einen von den Zielortungseinrichtungen erkannten Zielort,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Zielbeleuchtungseinrichtung nur als Sendeeinrichtung ausgebildet ist,
 - Steuereinrichtungen vorgesehen sind, welche bei jeder Erneuerung der von den Zielortungseinrichtungen bezüglich eines Ziels gelieferten Informationen eine Neueinstellung der Stellmittel im Sinne einer erneuten Ausrichtung des Richtdiagramms der Zielbeleuchtungseinrichtung auf das Ziel bewirken, und
 - die elevationalen und azimutalen Halbwertsbreiten des Richtdiagramms der Zielbeleuchtungseinrichtung mindestens so gross sind, dass der ausgeleuchtete Raumwinkel den Manövrierraum des Ziels innerhalb der Informationserneuerungszeit der Zielortungseinrichtungen umfasst.

2. Leitsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zielortungseinrichtungen eine Rundsuch-Radaranlage enthalten.

3. Leitsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zielortungseinrichtungen eine Zielverfolgungseinrichtung mit annähernd bleistiftförmigem Diagramm enthalten.

4. Leitsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass Steuermittel vorgesehen sind, welche in einer Anfangsphase die Beleuchtung des Ziels durch die Zielverfolgungseinrichtung und anschliessend durch die Zielbeleuchtungseinrichtung sicherstellen.

5. Leitsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass nach Unterschreiten einer Höchstentfernung des Ziels von der Zielbeleuchtungseinrichtung diese die Beleuchtung übernimmt.

6. Leitsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Übernahme der Beleuchtung durch die Zielbeleuchtungseinrichtung bei Vorliegen eines weiteren Ziels erfolgt.

7. Leitsystem nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuermittel so ausgebildet sind, dass beim Wechsel der beleuchtenden Einrichtung für dasselbe Ziel flugkörperspezifische Parameter der Beleuchtung unverändert von der neuen beleuchtenden Einrichtung übernommen werden.

8. Leitsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch mehrere unabhängig voneinander betreibbare Zielbeleuchtungseinrichtungen.

9. Leitsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Beleuchtungsbereiche der mehreren Zielbeleuchtungseinrichtungen ergänzen und teilweise überlappen.

10. Leitsystem nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass für jedes von mehreren Zielen eine eigene Zielbeleuchtungseinrichtung vorgesehen ist und die Zielverfolgungseinrichtung so gesteuert ist, dass sie unabhängig von weiteren Zielortungseinrichtungen in zyklischer Reihenfolge die aktuellen Zielorte der beleuchteten Ziele ermittelt.

11. Leitsysteme nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Steuerrechner zur Ableitung von Einstellgrößen für die Zielbeleuchtungseinrichtung(en) aus den Zielinformationen der Zielortungseinrichtungen.

12. Leitsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Form des Richtdiagramms veränderbar ist.

13. Leitsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zielbeleuchtungseinrichtung in Beleuchtungspausen Täuschsenderaufgaben übernimmt.

Claims

1. Semi-active guidance system for a target seeking guided missile, with

- target locating devices,
- at least one target illuminating device,
- adjustment means for aligning the directive pat-

tern of the target illuminating device with a target location recognized by the target locating devices,

characterized in that

- 5 - the target illuminating device is designed only as transmitting device,
- control device are provided for resetting the adjustment means, thereby to realign the directive pattern of the target illuminating device with the target with each renewal of the information supplied by the target locating devices about the target, and
- the elevational and azimuthal half-value widths of the directive pattern of the target illuminating device are at least so large that the illuminated space angle includes the manoeuvring area of the target within the information renewal time of the target locating devices.

2. Guidance system according to Claim 1, characterized in that the target locating device contain an all-around surveillance radar installation.

3. Guidance system according to Claim 1 or 2, characterized in that the target locating devices contain a target tracking device with an approximately pencil-shaped pattern.

4. Guidance system according to Claim 3, characterized in that control means are provided for ensuring illumination of the target by the target tracking device in an initial phase and subsequently by the target illuminating device.

5. Guidance system according to Claim 4, characterized in that when the distance of the target from the target illuminating device falls short of a maximum distance, the latter takes over illumination.

6. Guidance system according to Claim 4, characterized in that the target illuminating device takes over illumination if a further target is present.

7. Guidance system according to one of Claims 4 or 5, characterized in that the control means are so designed that with a changeover of the device carrying out the illumination for the same target, illumination parameters characteristic of the missile are adopted in an unchanged form by the new illuminating device.

8. Guidance system according to one of Claims 1 to 7, characterized by several target illuminating devices which are operable independently of one another.

9. Guidance system according to Claim 8, characterized in that the illumination ranges of the several target illuminating devices supplement and partly overlap one another.

10. Guidance system according to one of Claims 3 to 9, characterized in that each of several targets is provided with its own target illuminating device, and the target tracking device is so controlled that it ascertains the current target locations of the illuminated targets in a cyclic sequence independently of further target locating devices.

11. Guidance system according to one of the preceding Claims, characterized by a control computer for deriving adjustment values for the target

illuminating device(s) from the target information of the target locating devices.

12. Guidance system according to one of the preceding Claims, characterized in that the shape of the directive pattern is alterable.

13. Guidance system according to one of the preceding Claims, characterized in that the target illuminating device performs spoofing transmitter tasks in illumination pauses.

Revendications

1. Système de guidage semi-actif pour un missile ou un autre projectile guidé et à dispositif chercheur de cible, comprenant

- des dispositifs de localisation de cible,
- au moins un dispositif d'illumination de cible, et
- des moyens d'asservissement pour l'orientation du diagramme directionnel du dispositif d'illumination sur une position de cible détectée par les dispositifs de localisation,

caractérisé en ce que

- le dispositif d'illumination est réalisé pour agir seulement comme un dispositif émetteur,
- des dispositifs de commande sont prévus pour, à chaque renouvellement de l'information fournie sur une cible par les dispositifs de localisation, produire un nouveau réglage des moyens d'asservissement dans le sens d'un nouveau pointage du diagramme directionnel du dispositif d'illumination sur la cible et
- les largeurs de valeur moyenne en hauteur et en direction du diagramme directionnel du dispositif d'illumination ont au moins une grandeur telle que l'angle solide illuminé englobe l'espace d'évolution de la cible à l'intérieur du temps de renouvellement de l'information des dispositifs de localisation.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que les dispositifs de localisation comportent une installation radar panoramique.

3. Système selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les dispositifs de localisation comportent un dispositif de poursuite de cible ayant un diagramme à peu près en forme de pinneau très fin.

4. Système selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de commande

qui assurent l'illumination de la cible par le dispositif de localisation dans une phase initiale et par le dispositif d'illumination ensuite.

5. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que le dispositif d'illumination prend la relève pour illuminer la cible lorsque celle-ci s'approche à une distance inférieure à une distance maximale du dispositif d'illumination.

6. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que le dispositif d'illumination prend la relève, pour illuminer la cible, en cas de présence d'une autre cible.

7. Système selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que les moyens de commande sont réalisés de manière qu'en cas de changement du dispositif illuminant, pour la même cible, le nouveau dispositif illuminant respecte, sans changement, les paramètres d'illumination appliqués précédemment et qui sont spécifiques au missile.

8. Système selon une des revendications 1 à 7, caractérisé par plusieurs dispositifs d'illumination utilisables indépendamment les uns des autres.

9. Système selon la revendication 8, caractérisé en ce que les zones illuminées par les dispositifs d'illumination se complètent et chevauchent.

10. Système selon une des revendications 3 à 9, caractérisé en ce que, en cas de présence de plusieurs cibles, un dispositif d'illumination individuel est prévu pour chaque cible et que le dispositif de poursuite est commandé de manière qu'il détermine, indépendamment d'autres dispositifs de localisation de cible, de façon cyclique, dans l'ordre, les positions actuelles des cibles illuminées.

11. Système selon une des revendications précédentes, caractérisé par un calculateur de commande pour dériver des grandeurs de réglage pour le ou les dispositifs d'illumination à partir des informations fournies sur la ou les cibles par les dispositifs de localisation.

12. Système selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la forme du diagramme directionnel est variable.

13. Système selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif d'illumination remplit des tâches d'émetteur leurre dans des pauses d'illumination.

50

55

60

65

5