



(11) **EP 3 118 563 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.09.2018 Patentblatt 2018/37

(51) Int Cl.:
F41H 11/00 (2006.01) **F41H 13/00** (2006.01)
F42B 15/01 (2006.01) **F41G 7/22** (2006.01)
F41G 7/30 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16001535.0**

(22) Anmeldetag: **12.07.2016**

(54) **VERFAHREN ZUM SCHÜTZEN EINES FAHRZEUGS VOR EINEM ANGRIFF DURCH EINEN LASERSTRAHL**

METHOD FOR PROTECTING A VEHICLE AGAINST AN ATTACK BY A LASER BEAM

PROCEDE DE PROTECTION D'UN VEHICULE CONTRE UNE ATTAQUE PAR UN RAYON LASER

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **17.07.2015 DE 102015009353**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.01.2017 Patentblatt 2017/03

(73) Patentinhaber: **Diehl Defence GmbH & Co. KG**
88662 ÜBERLINGEN (DE)

(72) Erfinder:
• **Nolte, Arne**
88696 Owingen (DE)
• **Masur, Michael**
DE - 88662 Überlingen (DE)

- **Groß, Michael**
DE - 88682 Salem (DE)
- **Künzner, Nicolai**
DE - 88677 Markdorf (DE)
- **Kuhn, Thomas**
DE - 88633 Heiligenberg (DE)
- **Stelte, Norbert**
DE - 88662 Überlingen (DE)

(74) Vertreter: **Diehl Patentabteilung**
c/o Diehl Stiftung & Co. KG
Stephanstraße 49
90478 Nürnberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 752 681 **WO-A1-02/14777**
WO-A1-2010/029499 **US-A1- 2015 060 652**

EP 3 118 563 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schützen eines Fahrzeugs vor einem Angriff durch einen Laserstrahl.

[0002] Mit Hochenergielasern lassen sich sehr hohe Leistungen über mehrere Kilometer und über eine längere Zeitdauer übertragen. Mit solchen Leistungen können empfindliche Teile von Fahrzeugen innerhalb von einigen Sekunden so schwer beschädigt oder zerstört werden, dass die Funktionsfähigkeit der Fahrzeuge gefährdet ist. So können beispielsweise Luftfahrzeuge vom Boden aus angegriffen werden, wobei insbesondere langsam fliegende Verkehrsflugzeuge mit verhältnismäßig geringer Manövrierfähigkeit besonders gefährdet sind.

[0003] Zum Schutz von Objekten und zur Warnung vor Laserstrahlung sind aus dem Stand der Technik diverse Verfahren und Systeme bekannt. Die WO 02/14777 A1 beschreibt ein Verfahren zum Schützen eines Objekts vor einer Lasereinrichtung, bei welchem bei Detektion einer Laserstrahlung der Lasereinrichtung Retroreflektoren vom zu schützenden Objekt oder aus einer Umgebung desselben ausgestoßen oder abgefeuert werden, um die Lasereinrichtung zu stören oder gegebenenfalls zu beschädigen. Gemäß der EP 2 752 681 A1 wird zur Warnung eines Piloten eines Luftfahrzeugs vor auftretender Laserstrahlung das Luftfahrzeug mit einem Laserdetektions- und -warnsystem ausgestattet, mit welchem u. a. der Ort einer Laserquelle bestimmbar ist. Die US 2015/0060652 A2 schlägt vor, ein Flugzeug an verschiedenen Stellen mit Detektoren zur Detektion von Laseremissionen zu versehen.

[0004] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein wirkungsvolles Verfahren zum Schützen eines Fahrzeugs vor einem Angriff durch einen Laserstrahl anzugeben.

[0005] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen von Patentanspruch 1 gelöst, bei dem ein Sensorsystem des Fahrzeugs Laserstrahlung des Laserstrahls detektiert und eine Steuereinheit des Fahrzeugs den Laserstrahl aus den Daten des Sensorsystems als solchen erkennt, ein Start eines Flugkörpers zum Schutz des Fahrzeugs vor dem Laserstrahl von der Steuereinheit gesteuert wird und der Flugkörper vom Fahrzeug aus startet. Der Flugkörper kann das Fahrzeug abschatten und/oder eine Laserquelle, die den Laserstrahl aussendet, anfliegen und bekämpfen. Dies geschieht zweckmäßigerweise so zügig, dass die am Fahrzeug deponierte Laserenergie noch nicht zu bedrohlichen Schäden geführt hat. Ein schneller Schutz kann durch das Starten des Flugkörpers vom Fahrzeug aus erreicht werden, da dann der Flugkörper bereits vor Ort ist und zur Abschattung in den Laserstrahl eintauchen und/oder zur Bekämpfung der Laserquelle zügig auf diese zufliegen kann.

[0006] Insbesondere im letzteren Fall ist der Flugkörper zweckmäßigerweise mit einem Raketenmotor aus-

gerüstet.

[0007] Das Verfahren ist besonders geeignet zum Einsatz gegen eine Hochenergielaserquelle beziehungsweise einem Hochenergielaserstrahl. Ebenfalls vorteilhaft ist eine Abwehr eines Störlasers. Das Sensorsystem umfasst zumindest einen für Laserstrahlung sensitiven Sensor, der die Laserstrahlung des Laserstrahls detektiert. Hierfür ist der Sensor beziehungsweise das Sensorsystem zweckmäßigerweise in einem Strahlungsspektrum sensitiv, das üblicherweise für Hochenergielaser oder Störlaser verwendet wird. Um die Erkennung von Streustrahlung zu vereinfachen, kann das Spektrum, im dem der Sensor sensitiv ist, auf ein Band um die eine Laserwellenlänge beschränkt werden, die üblicherweise für Hochenergielaser verwendet wird. Beispielsweise liegt das Band maximal ± 100 nm um die Wellenlänge von 3800 nm herum. Außerdem erkennt der Sensor zweckmäßigerweise für Laserstrahlung typische Charakteristiken, wie beispielsweise das Vorliegen von kohärenter Strahlung. Weiter ist es vorteilhaft, wenn das Sensorsystem mittels bildverarbeitender Methoden ein Laserstrahl als solchen in der Umgebung erkennt, beispielsweise anhand von Streustrahlung. Hierfür enthält das Sensorsystem vorteilhafterweise einen Bildsensor, beispielsweise einen Matrixdetektor.

[0008] Das Sensorsystem detektiert Laserstrahlung des Laserstrahls, also von der Laserquelle direkt emittierte Strahlung und/oder aus dem Laserstrahl gestreute Laserstrahlung, beispielsweise durch die Streuung des Laserstrahls in der Luft, an Partikeln und/oder an einem Gegenstand. Das Sensorsystem nimmt die Strahlung auf und wandelt sie in ein Messsignal um. Aus dem Messsignal ermittelt die Steuereinheit zweckmäßigerweise eine Bedrohungsstufe der Laserstrahlung, beispielsweise durch eine Klassifikation in zumindest die Stufen bedrohlich oder harmlos. Dies kann beispielsweise über die gemessene Streulichtstärke in der Atmosphäre, einen Energieeintrag in das Sensorsystem, ein Streuspektrum und/oder über ein zeitliches Charakteristikum der Strahlung erfolgen, wie eine Pulsierung.

[0009] Das Fahrzeug ist vorzugsweise ein Luftfahrzeug, und kann Starrflügler oder ein Drehflügler, wie ein Hubschrauber sein. Die Erfindung ist jedoch auch zum Schützen eines Landfahrzeugs oder eines Wasserfahrzeugs vorteilhaft anwendbar. Das Fahrzeug kann ein bemanntes oder unbemanntes Fahrzeug sein.

[0010] Die Steuereinheit kann eine oder mehrere Recheneinheiten aufweisen, die im Fahrzeug an einer Stelle, über das Fahrzeug verteilt, im Fahrzeug und in Flugkörper oder ausschließlich in dem im Fahrzeug untergebrachten Flugkörper - und damit ebenfalls im Fahrzeug - angeordnet sein können. Die Steuereinheit erkennt den Laserstrahl als solchen und leitet einen Start des Flugkörpers in Abhängigkeit vom Erkennungsergebnis ein. Ist ein Laserstrahl als solcher erkannt und ist er zudem als bedrohlich für das Fahrzeug eingestuft, so wird der Flugkörper vom Fahrzeug aus gestartet. Wird ein Laserstrahl nicht als solcher erkannt oder als nicht bedrohlich klas-

sifiziert, unterbleibt das Starten des Flugkörpers zweckmäßigerweise.

[0011] Der Flugkörper ist zweckmäßigerweise ein Lenkflugkörper und insbesondere ein unbemannter Flugkörper. Er kann mit einem Raketenmotor und/oder einem Luft atmenden Motor, wie beispielsweise einem Turbinenantrieb, ausgestattet sein. Hierbei ist ein Luft atmender Motor bei einem Begleitschutz des Fahrzeugs durch den Flugkörper vorteilhaft, und ein Raketenmotor ist bei einer vorgesehenen Bekämpfung der Laserquelle vorteilhafter. Ebenfalls möglich ist ein Flugkörper ohne einen eigenen Motor, beispielsweise in Form eines Lenkgeschosses. Der Flugkörper umfasst zweckmäßigerweise eine Steuereinheit, die den Flugkörper lenkt, beispielsweise parallel zum Fahrzeug und/oder zur Laserquelle hin.

[0012] Gemäß der Erfindung nimmt das Sensorsystem den Laserstrahl von der Seite auf, und die Steuereinheit erkennt den Laserstrahl aus Sensordaten, die aus der Aufnahme von der Seite gewonnen wurden. In einer vorteilhaften Ausführungsform erkennt die Steuereinheit ausschließlich aus diesen Sensordaten. Auf diese Weise kann der Laserstrahl bereits erkannt werden, auch wenn er das Fahrzeug noch nicht getroffen hat, sodass eine frühzeitige Erkennung des Laserstrahls als solchen möglich ist. Da zudem bei einer Aufnahme von der Seite nur in der Luft gestreute Strahlung des Laserstrahls aufgenommen wird, kann auf einen starken Verbrennungsschutz des Sensorsystems verzichtet werden. Hierdurch wird eine Bildaufnahme erleichtert, da ungeschützte, bildverarbeitende Sensoren verwendet werden können. Ein von der Seite aufgenommener Laserstrahl ist als gerade Linie in der Umgebung erkennbar und kann insofern mittels bildverarbeitender Methoden als solcher erkannt werden.

[0013] Durch den hohen Energieeintrag des Laserstrahls beim Auftreffen auf das Sensorsystem kann dieses innerhalb von Millisekunden zerstört werden. Um die Detektionsfähigkeit des Sensorsystems dennoch zu erhalten, ist es vorteilhaft, wenn das Sensorsystem mehrere lasersensitive Sensoren aufweist. Diese sind zweckmäßigerweise an verschiedenen Positionen an der Außenhülle des Fahrzeugs angeordnet, sodass sie den Laserstrahl von unterschiedlichen Orten detektieren können. Wird einer der Sensoren vom Laserstrahl getroffen und zerstört, kann die sensorische Tätigkeit des Sensorsystems von einem anderen Sensor weitergeführt beziehungsweise neu aufgenommen werden. Die Sensoren sind zweckmäßigerweise in einem Abstand von mehr als einem Meter voneinander beabstandet. Insbesondere ist jeweils zumindest ein Sensor in zumindest zwei Bereichen der Gruppe: vordere Hälfte des Rumpfs, hintere Hälfte des Rumpfs, obere Hälfte des Rumpfs, untere Hälfte des Rumpfs, an einem Flügel, angeordnet. Durch einen weiten Abstand der Sensoren voneinander kann außerdem der weitere Vorteil erreicht werden, dass eine Positionsberechnung einer Laserquelle durch Triangulation aus den Sensordaten von zumindest drei Sensoren

möglich ist. Hierdurch kann die Position der Laserquelle in einfacher Weise bestimmt werden, und der Flugkörper kann auf diese Position eingewiesen werden.

[0014] Um einem gezielten und schnellen Zerstören der Sensoren durch eine auf die Sensoren gerichtete Bewegung des Laserstrahls entgegenzuwirken, ist es vorteilhaft, wenn im Betrieb des Sensorsystems zumindest ein Sensor des Sensorsystems abgedeckt ist. Insbesondere sieht ein regulärer Betrieb vor, dass stets ein Sensor von mehreren Sensoren des Sensorsystems abgedeckt ist. Bei einem überraschenden Angriff kann zumindest dieser Teil der Sensoren erhalten bleiben und für die Erkennung des Laserstrahls eingesetzt werden. Es ist insofern vorteilhaft, wenn nur ein Teil der Sensoren des Sensorsystems in die Umgebung des Fahrzeugs gerichtet ist und ein anderer Teil der Sensoren gegen die Umgebung abgedeckt ist. Weiter ist es vorteilhaft, wenn zumindest ein abgedeckter Sensor in Abhängigkeit von der Funktionsfähigkeit eines der anderen Sensoren in die Umgebung gerichtet wird, insbesondere aus einem passiven Zustand in einen aktiven Zustand gebracht wird. Fällt ein Sensor aus, so kann ein anderer vom abgedeckten Zustand in den in die Umgebung gerichteten, aktiven Zustand gebracht werden und die Erkennung des Laserstrahls kann fortgesetzt werden. Beispielsweise kann ein erster Sensor während der Fahrt des Fahrzeugs die Umgebung des Fahrzeugs permanent nach Laserstrahlung untersuchen. Fällt dieser Sensor aus, beispielsweise weil er vom Laserstrahl getroffen wurde, wird ein anderer Sensor an einer anderen Position des Fahrzeugs zur weiteren Beobachtung aktiviert und hierdurch in die Umgebung gerichtet beziehungsweise geöffnet.

[0015] Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit zu Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit des Sensorsystems besteht darin, dass das Sensorsystem einen Mehrfachsensor mit mehreren Sensorköpfen aufweist. Diese können beispielsweise nacheinander in die Umgebung gerichtet werden. Vorteilhafterweise ist stets zumindest einer der Sensorköpfe verdeckt, während zumindest ein anderer der Sensorköpfe in die Umgebung gerichtet ist und detektiert. Der Mehrfachsensor kann beispielsweise ein Revolversensor sein, der mehrere Sensoren auf eine Trommel trägt. Ebenfalls möglich sind hintereinander eingesetzte Sensoren, wobei der vordere Sensor beziehungsweise ein mit ihm verbundenes Element, den dahinter liegenden Sensor abdeckt.

[0016] Insbesondere bei einem Luftfahrzeug ist es vorteilhaft, wenn zumindest ein Sensor des Sensorsystems ausschließlich in einen oberen Halbraum über dem Fahrzeug gerichtet ist. Bei einem Angriff eines Laserstrahls von unten kann der Sensor, insbesondere wenn er permanent in den oben Halbraum gerichtet ist, nicht direkt getroffen werden. Eine Erkennung des Laserstrahls ist dennoch über die Erfassung der Streustrahlung möglich.

[0017] Der vom Fahrzeug gestartete Flugkörper kann zur Bekämpfung der Laserquelle, die den Laserstrahl aussendet, herangezogen werden. Hierfür kann der Flugkörper direkt in die Laserquelle hinein fliegen

und/oder durch eine Detonationsladung die Laserquelle zerstören, insbesondere durch eine kegelförmig nach vorne gerichtete Splitterladung. Hierzu ist es vorteilhaft, die Position der Laserquelle, entweder relativ zur Position und/oder Bewegungsrichtung des Fahrzeugs oder in absoluten Koordinaten, zu kennen. Wenn der Laserstrahl von einem Sensor von der Seite aus sensiert wird, kann er als gerade Linie mit einem abrupten Ende bestimmt werden. Der Endpunkt der Linie kann mit der Position der Laserquelle gleichgesetzt werden.

[0018] Insofern ist es vorteilhaft, wenn die Steuereinheit aus den Daten des Sensorsystems die Position einer Laserquelle bestimmt, die den Laserstrahl aussendet. Hierbei kann ein Strahlende des Laserstrahls erkannt werden und aus der Lage des Strahls die Position der Laserquelle bestimmt werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Position aus Triangulation aus den Daten mehrerer Sensoren bestimmt werden. Die Position der Laserquelle kann als eine Richtung erfasst werden, beispielsweise als absolute Richtung oder als eine Richtung relativ zur Flugrichtung des Luftfahrzeugs. Ebenfalls ist es möglich, die Richtung als absolute, also geografische Richtung zu bestimmen.

[0019] Weiter ist eine Bestimmung einer Entfernung der Laserquelle vom Sensorsystem vorteilhaft. Dies kann besonders einfach unter Verwendung einer Flughöhe des Fahrzeugs geschehen. Ist die Richtung der Laserquelle und die Flughöhe bekannt, kann hieraus die Entfernung zur Laserquelle in einfacher Weise errechnet werden, insbesondere unter Einbeziehung topografischer Daten einer überflogenen Landschaft.

[0020] Um eine schnelle Bekämpfung der Laserquelle zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, wenn der Start des Flugkörpers vollautomatisch erfolgt und insbesondere durch das Erkennen des Laserstrahls ausgelöst wird. Alternativ ist ein halbautomatisches Auslösen möglich, bei dem ein Bediener des Fahrzeugs ein Freigabesignal gibt und ein Auslösen erst nach dem Freigabesignal erfolgt, insbesondere vollautomatisch, beispielsweise erst, wenn eine Richtung beziehungsweise Position der Laserquelle mit ausreichender Sicherheit und Genauigkeit erkannt wurde. Ein Start des Flugkörpers erfolgt zweckmäßigerweise bereits vor einer Ausrichtung des Laserstrahls auf das Fahrzeug, also bevor das Fahrzeug vom Laserstrahl getroffen wurde.

[0021] Der Start des Flugkörpers kann aus einem Startgerät erfolgen, beispielsweise aus einem Container. Dieser kann im Rumpf des Fahrzeugs montiert sein, sodass insbesondere mehrere Flugkörper in einem Salvenschuss gleichzeitig oder unmittelbar sequenziell zum Schutz des Fahrzeugs gestartet werden können. Der Begriff "Start" kann hierbei einen Abschuss umfassen.

[0022] Um eine sehr schnelle Bekämpfung der Laserquelle zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, wenn eine Ausrichtung eines Startgeräts des Flugkörpers in Abhängigkeit von der Lage des Laserstrahls erfolgt, insbesondere in Abhängigkeit von der Lage der Laserquelle. Es kann ein gezielter Abschuss in Richtung der Laserquelle er-

folgen, sodass die Zeit für einen Umwegflug eingespart wird. Entsprechend ist es vorteilhaft, wenn der Flugkörper gerichtet auf eine Laserquelle des Laserstrahls startet. Hierbei kann eine gekrümmte Flugbahn, beispielsweise unter Berücksichtigung ballistischer Einflüsse, zum Einsatz kommen, sodass die Ausrichtung des Flugkörpers beim Start nicht in gerader Linie auf die Laserquelle erfolgen muss.

[0023] Weiter ist es vorteilhaft, wenn die Steuereinheit im Flugkörper eine Zielanweisung auf eine Laserquelle des Laserstrahls an eine Steuereinheit des Flugkörpers übergibt. Dies kann vor dem Start des Flugkörpers und/oder insbesondere während des Flugs des Flugkörpers erfolgen, beispielsweise durch einen Datenlink vom Fahrzeug zum Flugkörper. Die Steuereinheit des Flugkörpers nimmt die Zielanweisung auf und lenkt den Flugkörper zur Laserquelle. Auf diese Weise kann der Flugkörper bereits gestartet werden, bevor die genaue Position der Laserquelle berechnet wurde.

[0024] Der Flug des Flugkörpers kann durch eine Steuereinheit des Flugkörpers selbständig gesteuert werden. Zusätzlich oder alternativ ist es möglich, dass die im Fahrzeug verbleibende Steuereinheit den Flug des Flugkörpers steuert beziehungsweise mitsteuert. Beispielsweise kann dem selbständig steuernden Flugkörper eine Ausweich- oder Abschattungsanweisung vom Fahrzeug ausgegeben werden, die dann von der Steuereinheit des Flugkörpers berücksichtigt wird.

[0025] Eine Steuerung des Flugkörpers vom Fahrzeug aus ist auch dann vorteilhaft, wenn die Lage des Laserstrahls beziehungsweise der Laserquelle vom Fahrzeug genau ermittelt werden kann oder das Fahrzeug ein Auftreffen des Laserstrahls detektiert und den Flugkörper in eine Abschattungsposition delegiert. So können beispielsweise lasersensitive Stellen des Fahrzeugs gezielt durch die entsprechende Flugsteuerung des Flugkörpers abgeschattet werden, oder der Weiterflug des Flugkörpers kann bei einem zerstörten Sensor des Flugkörpers weiter zu Laserquelle hin gesteuert werden.

[0026] Der Erfindung ist außerdem gerichtet auf ein Fahrzeug mit einem Sensorsystem zum Detektieren eines Laserstrahls gemäß den Merkmalen von Patentanspruch 14. Das Fahrzeug ist mit einem Flugkörper ausgestattet, der zur Bekämpfung einer Laserquelle des Laserstrahls und/oder zu einer Abschattung eines Elements des Fahrzeugs vorbereitet ist. Das Fahrzeug enthält eine Steuereinheit, die dazu vorbereitet ist, den Laserstrahl aus den Daten des Sensorsystems als solchen zu erkennen und einen Start des Flugkörpers vom Fahrzeug zum Schutz des Fahrzeugs vor dem Laserstrahl zu steuern.

[0027] Die bisher gegebene Beschreibung vorteilhafter Ausgestaltungen der Erfindung enthält zahlreiche Merkmale, die in einigen abhängigen Ansprüchen zu mehreren zusammengefasst wiedergegeben sind. Diese Merkmale können jedoch zweckmäßigerweise auch einzeln betrachtet und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammengefasst werden, insbesondere bei

Rückbezügen von Ansprüchen, sodass ein einzelnes Merkmal eines abhängigen Anspruchs mit einem einzelnen, mehreren oder allen Merkmalen eines anderen abhängigen Anspruchs kombinierbar ist. Außerdem sind diese Merkmale jeweils einzeln und in beliebiger geeigneter Kombination sowohl mit dem erfindungsgemäßen Verfahren als auch mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß den unabhängigen Ansprüchen kombinierbar.

[0028] So sind Verfahrensmerkmale auch als Eigenschaften der entsprechenden Vorrichtungseinheit gegenständlich formuliert zu sehen und funktionale Vorrichtungsmerkmale auch als entsprechende Verfahrensmerkmale.

[0029] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich in Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Die Ausführungsbeispiele dienen der Erläuterung der Erfindung und beschränken die Erfindung nicht auf die darin angegebene Kombination von Merkmalen, auch nicht in Bezug auf funktionale Merkmale. Außerdem können dazu geeignete Merkmale eines jeden Ausführungsbeispiels auch explizit isoliert betrachtet, aus einem Ausführungsbeispiel entfernt, in ein anderes Ausführungsbeispiel zu dessen Ergänzung eingebracht und/oder mit einem beliebigen der Ansprüche kombiniert werden.

[0030] Es zeigen:

FIG 1 ein Luftfahrzeug unmittelbar vor einem Angriff durch ein Lasersystem,

FIG 2 einen Revolversensor eines Sensorsystems des Luftfahrzeugs und

FIG 3 mehrere Verteidigungen des Luftfahrzeugs mit Hilfe von Flugkörpern.

[0031] FIG 1 zeigt ein Fahrzeug 2 in Form eines Luftfahrzeugs, das in diesem Fall als Verkehrsflugzeug zum Transport von Passagieren oder Luftfracht ausgeführt ist. In einer Landschaft 4, über die das Fahrzeug 2 fliegt, ist ein Lasersystem 6 positioniert, das in dem in FIG 1 dargestellten Moment einen Laserstrahl 8, der durch eine Laserquelle 10 erzeugt wird, in den Himmel richtet. Das Lasersystem 6 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel am Boden platziert und unbeweglich. Es ist jedoch auch möglich, dass das Lasersystem 6 beweglich ist und beispielsweise in einem Luftfahrzeug montiert ist. Alle im Folgenden beschriebenen und auf die Laserquelle 10 bezogenen Details sind dann entsprechend auf die Beweglichkeit bzw. Höhe über dem Boden anzupassen.

[0032] Das Lasersystem 6 ist ein Hochenergielasersystem, das den Laserstrahl 8 vorwiegend im infraroten Spektralbereich aussendet, beispielsweise bei 3,8 μm , wobei der Laserstrahl 8 über eine Distanz von mehreren

Kilometern genügend Energie transportiert, um empfindliche Teile des Luftfahrzeugs zu zerstören und hierdurch dessen Flugfähigkeit akut zu gefährden. Das Lasersystem 6 dient zum Bekämpfen von Luftfahrzeugen und weist eine Steuereinheit auf, die den Laserstrahl 8 auf das Fahrzeug 2 schwenkt und den Laserstrahl 8 automatisiert der Bewegung des Luftfahrzeugs 2 nachführt. In der Steuereinheit ist eine lasersensitive Stelle des Fahrzeugs 2 hinterlegt, auf die der Laserstrahl 8 mittels bildverarbeitender Methoden automatisch gerichtet wird, um die im Lasersystem 6 bildhaft hinterlegte Stelle des Luftfahrzeugs 2 über einen Zeitraum von einigen Sekunden zu bestrahlen und hierdurch zu zerstören.

[0033] Anstelle des Hochenergielasersystems 6 kann ein Designatorlasersystem bzw. Markierlasersystem bekämpft oder gestört werden, das das Fahrzeug 2 anleuchtet, um einen Lenkflugkörper in das Fahrzeug 2 zu steuern. Durch eine Abschattung des Fahrzeugs 2 und/oder eine Zerstörung der Laserquelle 10 kann diese Markierung gestört werden, so dass der angreifende Lenkflugkörper das Fahrzeug 2 nicht finden kann. Die folgende Beschreibung bezieht sich auf ein stationäres Hochenergielasersystem 6, ohne dass damit eine Einschränkung auf dieses System verbunden wäre.

[0034] Zum Schützen des Fahrzeugs 2 weist dieses zumindest einen Flugkörper 12, 14 auf, wobei in FIG 1 zur Erläuterung mehrerer Schutzverfahren drei Flugkörper 12 und ein Flugkörper 14 dargestellt sind. Des Weiteren weist das Luftfahrzeug ein Sensorsystem 16 mit einer Mehrzahl von Sensoren 18 auf, die jeweils mit einer Steuereinheit 20 signaltechnisch verbunden sind. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Luftfahrzeug mit fünf Sensoren 18 ausgestattet, einer in der hinteren Hälfte des Rumpfs, einer in der vorderen Hälfte des Rumpfs, je einer an einem Flügel des Luftfahrzeugs und einem nach oben gerichteten Sensor 18 an der oberen Hälfte des Rumpfs des Luftfahrzeugs.

[0035] Zum Schutz des Luftfahrzeugs ist zunächst nur einer der Sensoren 18 des Sensorsystems 16 aktiv, und die anderen der Sensoren 18 sind abgedeckt. Abgedeckt bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das lasersensitive Element des entsprechenden Sensors 18 durch ein laserfestes Abdeckelement derart verdeckt ist, dass es durch einen von außen auf das Luftfahrzeug 2 einstrahlenden Laserstrahl 8 nicht zerstört, insbesondere nicht erreicht werden kann. Aktiv bedeutet hingegen in diesem Zusammenhang, dass ein Blickfeld des lasersensitiven Elements in die Umgebung frei ist und der Sensor 18 Sensordaten aufnimmt und an die Steuereinheit 20 weitergibt. Durch diese Sicherheitsmaßnahme kann erreicht werden, dass nicht sämtliche Sensoren 18 durch mehrere Laserstrahlen 8 oder durch einen sehr schnell über den Flugzeugrumpf wandernden Laserstrahl 8 zerstört werden, bevor der Laserstrahl 8 an sich erkannt wurde. Durch den weiten Abstand der Sensoren 18 voneinander wird außerdem ein schnelles Abrastern der einzelnen Sensoren 18 durch den Laserstrahl 8 erschwert. Zudem ist einer der Sensoren 18 nach oben

ausgerichtet und durch einen von unten auf das Luftfahrzeug 2 einstrahlenden Laserstrahl 8 nicht erreichbar. Nach oben ausgerichtet bedeutet insbesondere in diesem Zusammenhang, dass der Sensor 18 bei einem waagerechten Flug des Luftfahrzeugs ausschließlich in den oberen Halbraum gerichtet ist. Dieser Sensor 18 ist hierdurch sehr gut geschützt und zudem dazu geeignet, den Laserstrahl 8 aus Streustrahlung des Laserstrahls 8 in der Atmosphäre zu erkennen.

[0036] Bei dem in FIG 1 gezeigten Ausführungsbeispiel sei der vordere Sensor 18 des Sensorsystems 16 aktiv und die übrigen Sensoren 18 sind abgedeckt. Der Sensor ist als Revolversensor ausgeführt und schematisch im FIG 2 dargestellt.

[0037] FIG 2 zeigt einen der Sensoren 18 des Sensorsystems 16 aus FIG 1. Der Sensor 18 umfasst sechs Sensorköpfen 22, von denen fünf der Sensorköpfe 22 durch ein Abdeckelement 24, beispielsweise eine Metallplatte, abgedeckt sind. Einer der Sensorköpfe 22 liegt hinter einer Öffnung 26 des Abdeckelements 24, ist somit in die Umgebung ausgerichtet und kann in die Umgebung schauen und Laserstrahlung detektieren. Die Sensorköpfe 22 sind um eine gemeinsame Achse verschwenkbar, wie in FIG 2 durch den gekrümmten Pfeil angedeutet ist. Ist der im Moment aktive Sensorkopf 22 zerstört, kann der Revolver um 60 ° weitergedreht werden, sodass der nächste Sensorkopf 22 hinter der Öffnung 26 zu liegen kommt und die Detektierung aufnehmen kann.

[0038] In der Mitte und ebenfalls hinter dem Abdeckelement 24 angeordnet ist ein weiterer Sensorkopf 28, der die Aufgabe hat, zu erkennen, wenn ein Hochenergielaserstrahl 8 auf den Sensor 18 gerichtet ist. Der Sensorkopf 28 ist zwar nicht in der Lage, Laserstrahlung an sich zu detektieren, er misst jedoch einen Energieeintrag auf dem Abdeckelement 24, sodass ein Aktivschalten eines unbeschädigten Sensorkopfs 22 vermieden werden kann, solange der Laserstrahl 8 auf den Sensor 18 gerichtet ist.

[0039] Die übrigen der Sensoren 18 des Luftfahrzeugs 2 können wie der in FIG 2 dargestellte Sensor 18 ausgeführt sein. In einer vereinfachten Version weisen jedoch die übrigen der Sensoren 18 nur einen Sensorkopf 22 und den Sensorkopf 28 und ein bewegliches Abdeckelement 24 auf. Solange der Laserstrahl 8 auf den Sensor gerichtet ist, verdeckt das Abdeckelement den laserstrahlungssensitiven Sensorkopf 22. Erst wenn die Steuereinheit 20 die Aktivierung des Sensors freigegeben hat und als zusätzliche Bedingung der Laserstrahl 8 nicht auf dem Sensor 18 ruht, wird der Sensorkopf 22 und damit der Sensor 18 aktiv geschaltet.

[0040] Die Sensorköpfe 22 umfassen jeweils Bildsensoren hinter einer 180°-Optik, sodass die Szenerie einer Halbkugel des Umraums auf ein lasersensitives Element abgebildet wird. Hierdurch kann ein Bild des Laserstrahls 8 in der Umgebung aufgenommen werden, und hieraus können weitere Informationen zum Laserstrahl 8 ermittelt werden, wie Geometrie, Lage und Intensität des Laserstrahls. Aus der Geometrie erkennt die Steuereinheit 20

des Sensorsystems 16 insbesondere mittels bildverarbeitender Methoden den Laserstrahl 8 als solchen. Als geometrische Merkmale können verwendet werden, dass der Laserstrahl als gerader Strich in der Landschaft gesehen wird. Außerdem weist er ein scharf begrenztes Ende an der Laserquelle 10 auf. An seinem anderen Ende wird der Laserstrahl jedoch - sofern er nicht auf einen Gegenstand trifft - immer schwächer, wie in FIG 1 dargestellt ist, sodass ein definiertes Ende nicht ohne weiteres ermittelbar ist. Auch dieses Merkmal des oberen Abschwächens der Laserstrahlung kann zur Lasererkennung genutzt werden.

[0041] Aus den geometrischen Daten des Laserstrahls 8 sowie dessen Spektrum und Strahlungsintensität klassifiziert die Steuereinheit 20 den Laserstrahl 8 zunächst in die drei Stufen harmlos, potentiell gefährlich und gefährlich. Bei einer Klassifikation in die Stufe harmlos wird der Laserstrahl 8, der beispielsweise durch einen Laserpointer erzeugt wird, weiter beobachtet, jedoch wird weder der Laserstrahl 8 abgeschattet noch die Laserquelle 10 bekämpft. Bei einer Klassifikation in eine der beiden anderen Stufen wird eine Abschattung und/oder Bekämpfung vorbereitet. Hierzu wird ein Kanister 30, der zumindest einen der Flugkörper 12 beherbergt, in die Richtung der Laserquelle 10 verschwenkt. Diese Verschwenkbarkeit ist in FIG 1 durch den gekrümmten Doppelpfeil am Kanister 30 angedeutet. Alternativ oder zusätzlich wird der Abwurf des Flugkörpers 14 aus dem Rumpf des Luftfahrzeugs 2 vorbereitet. Bei einer Klassifizierung in die höchste der Bedrohungsklassen wird die Bekämpfung und/oder Abschattung eingeleitet. Hierzu ist beispielsweise eine Freigabe eines Bedieners des Luftfahrzeugs 2, beispielsweise eines Piloten, notwendig. Diese wurde jedoch bereits vorab gegeben, beispielsweise weil bekannt ist, dass das Luftfahrzeug durch eine potentiell gefährliche Region fliegt.

[0042] Sowohl für die Abschattung als auch für eine Bekämpfung der Laserquelle 10 ist es vorteilhaft, wenn die Position der Laserquelle 10 bekannt ist. Diese ermittelt die Steuereinheit 20 beispielsweise aus der Geometrie des Laserstrahls 8. So kann an der Stelle des abrupten Endes des Laserstrahls 8 die Laserquelle 10 vermutet werden. Außerdem kann dem Laserstrahl 8 eine Richtung gegeben werden, zumindest eine grobe Richtung oben und unten, wobei die Laserquelle 10 nur an einem unteren Ende des Laserstrahls 8 positioniert ist. Auf diese Weise kann eine Richtung der Laserquelle 10 relativ zum Luftfahrzeug 2 ermittelt werden. Aus der Richtung und einer Flughöhe des Luftfahrzeugs und zweckmäßigerweise einer Topografie der überflogenen Landschaft, kann auch die Entfernung zwischen Luftfahrzeug und Laserquelle 10 bestimmt werden, insbesondere werden die absoluten geografischen Koordinaten der Laserquelle 10 bestimmt.

[0043] Die Erkennung des Laserstrahls 8 erfolgt insofern durch eine Aufnahme des Laserstrahls 8 von der Seite, wobei aus dem Laserstrahl 8 an der Atmosphäre gestreute Laserstrahlung aufgenommen wird. Dies kann

auch durch den nach oben gerichteten Sensor 18 geschehen, dessen Blick auf die Laserquelle 10 verstellt ist. Anhand der Ausrichtung des sichtbaren Teils des Laserstrahls 8 kann ferner ein weiterer Verlauf des Laserstrahls 8 in der Umgebung extrapoliert werden.

[0044] Für den Fall, dass der Laserstrahl 8 bereits auf das Luftfahrzeug 2 gerichtet ist und somit das undefinierte obere Ende nicht mehr als solches zu erkennen ist und der Laserstrahl 8 sowohl oben als auch unten ein abruptes Ende aufweist, kann die Ermittlung der Position der Laserquelle 10 durch einen anderen der Sensoren 18 des Sensorsystems 16 vorgenommen werden, beispielsweise durch einen Sensor 18 an einem Flügel des Luftfahrzeugs 2. Dieser erkennt den Laserstrahl 8 an sich und beide abrupte Enden, wobei die Steuereinheit 20 das untere abrupte Ende des Laserstrahls 8 als Standort der Laserquelle 10 auswählt. Ebenfalls möglich ist eine Positionsbestimmung der Laserquelle 10 mittels Triangulation. Sobald drei oder mehr Sensoren 18 den Laserstrahl 8 erkannt und dessen unteres abruptes Ende bestimmt haben, kann neben der Richtung der Laserquelle 10 auch deren Entfernung durch die bekannte Ausrichtung der Sensoren 18 am Luftfahrzeug 2 zueinander bestimmt werden.

[0045] Zum Schutz des Luftfahrzeugs wird nun zumindest ein Flugkörper 12, 14 vom Luftfahrzeug gestartet. Die Steuerung des Starts übernimmt die Steuereinheit 20 des Sensorsystems 16, die auch ein Teil einer zentralen Fahrzeugsteuerung des Fahrzeugs 2 sein kann.

[0046] FIG 3 zeigt zwei Ausführungsbeispiele zum Schützen des Luftfahrzeugs, die einzeln oder in Kombination durchgeführt werden können. In einem ersten Ausführungsbeispiel wird ein Flugkörper 12 in Form einer Lenkrakete gestartet. Dieser Flugkörper 12 wird aus dem Kanister 30 gestartet, beispielsweise durch einen Abwurf, einen Abschuss und/oder einen Start eines Raketenmotors des Flugkörpers 12. Da der Flugkörper 12 durch die Ausrichtung des Kanisters 30 auf die Laserquelle 10 bereits zur Laserquelle 10 hin ausgerichtet ist, können Umwege vermieden und der Flugkörper 12 in direkter Linie zur Laserquelle 10 geschickt werden. Alternativ zur Lenkrakete können auch andere Lenkflugkörper zum Einsatz kommen, beispielsweise lenkbare Geschosse. Auch diesen ist eine Steuereinheit 32 zur Steuerung des gelenkten Flugs und ein Lenksystem 34 zur Durchführung der Lenkung zueigen. Weiter umfasst der Flugkörper 12 zweckmäßigerweise einen Wirkteil 36 mit einer Sprengladung zur Bekämpfung der Laserquelle 10. Je nach Ausführung kann der Lenkflugkörper 12 einen Raketenmotor zur selbstständigen Beschleunigung aufweisen.

[0047] Die Steuerung des Flugkörpers 12 kann selbstständig durch die Steuereinheit 32 des Flugkörpers 12 erfolgen. Ebenso ist es möglich, dass die Steuerung durch die Steuereinheit 20 des Luftfahrzeugs erfolgt, entweder zusätzlich oder selbstständig durch die Vorgabe entsprechender Kommandos an die Steuereinheit 32 des Flugkörpers 12. Auf diese Weise wird der Flugkörper

12 an oder in die Laserquelle 10 gesteuert, sodass diese zerstört wird. Kurz bevor der Flugkörper 12 die Laserquelle 10 erreicht, kann der Wirkteil 36 gezündet werden, der eine Splitterladung kegelförmig nach vorne schleudert und die Laserquelle 10 hierdurch zerstört. Die Zündung des Wirkteils 36 kann durch einen Aufschlagzünder oder einen Annäherungszünder erfolgen, der im Flugkörperkopf angeordnet ist.

[0048] Der Flug des Flugkörpers 12 wird zweckmäßigerweise durch den Laserstrahl 8 geführt. Hierzu kann dieser durch das Sensorsystem 16 des Luftfahrzeugs weiter beobachtet werden, und im Flugkörper 12 können entsprechende Steuersignale gegeben werden. Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, dass der Flugkörper 12 den Laserstrahl 8 selbstständig als Flugführung verwendet und in Abhängigkeit von dessen Ausrichtung im Raum seinen eigenen Flug lenkt. Der Flugkörper 12 fliegt somit geführt vom Laserstrahl 8 selbstständig in die Laserquelle 10. Hierbei kann der Flug im Laserstrahl 8 oder außen entlang des Laserstrahls 8 beziehungsweise mit einem zweckmäßigerweise vorbestimmten Abstand am Laserstrahl 8 entlang geführt werden.

[0049] Insbesondere bei einer selbstständigen Steuerung des Flugkörpers 12 zur Laserquelle 10 ist die Übergabe einer Zielanweisung von der Steuereinheit 20 an die Steuereinheit 32 vorteilhaft. Hierdurch kann zumindest eine Grobnavigation im ersten Teil des Anflugs erheblich erleichtert werden.

[0050] Im anderen Ausführungsbeispiel wird der Flugkörper 14 aus dem Rumpf des Luftfahrzeugs abgeworfen, und dieser beginnt seinen Flug, der im Wesentlichen parallel zum Flug des Luftfahrzeugs verläuft. Zweck dieses Flugs ist es, das Luftfahrzeug, insbesondere zumindest lasersensible Stellen des Luftfahrzeugs 2, vom Laserstrahl 8 abzuschatten. Der Flugkörper 14 ist mit einem Luft atmenden Verbrennungsmotor, beispielsweise einer Turbine angetrieben, sodass ein langer Flug in Begleitung des Luftfahrzeugs möglich ist. Alternativ oder zusätzlich ist ein Raketenmotor möglich, insbesondere ein Festbrennstoffmotor, der hinsichtlich seiner Leistung auf die Fluggeschwindigkeit des Luftfahrzeugs abgestimmt ist. Der Flugkörper 14 ist mit großflächigen Flügeln zur großflächigen Abschattung des Luftfahrzeugs ausgestattet. Zumindest die gesamte untere Seite des Flugkörpers 14 ist lasergehärtet ausgeführt, sodass eine Bestrahlung von zumindest zwei Minuten durch den Hochenergielaserstrahl 8 keine den Flug beeinträchtigende Zerstörung am Flugkörper 14 erzeugt.

[0051] Zum Halten des Flugkörpers 14 im Laserstrahl 8 bestehen mehrere Möglichkeiten. Beispielsweise kann die Position des Laserstrahls 8 im Raum bzw. dessen Ende auf dem Fahrzeug 2 durch Sensoren 18 des Sensorsystems 16 ermittelt werden. Entsprechende Steuersignale werden von der Steuereinheit 20 an eine Steuereinheit 40 des Flugkörpers 14 gegeben.

[0052] Eine Alternative oder zusätzliche Möglichkeit besteht darin, dass der Flugkörper 14 die Abschattung selbst bestimmt und hieraus seinen Flug regelt. So weist

der Flugkörper 14 einen nach oben gerichteten lasersensitiven Sensor auf, der das Luftfahrzeug 2 von unten beobachtet. Ein Auftreffen des Laserstrahls 8 auf dem Luftfahrzeug 2 wird erkannt, und der Flugkörper 14 wird so gesteuert, dass der Bestrahlungsfleck des Laserstrahls 8 auf dem Luftfahrzeug 2 verschwindet. Hierzu wird der Flug so geregelt, dass die Steuergröße, nämlich die Sichtbarkeit des Laserflecks auf dem Luftfahrzeug 2, verschwindet oder zumindest verringert wird. Dies wird durch eine insbesondere vollständige Abschattung erreicht. Wenn andererseits der Laserstrahl 8 vom Luftfahrzeug weg bewegt wird, verschwindet der Laserfleck ebenfalls. In diesem Fall begleitet der Flugkörper 14 das Luftfahrzeug noch eine vorgegebene Strecke bzw. Zeitdauer weiter, um einen Schutz gegen den potentiell wieder gefährlichen Laserstrahl 8 aufrecht zu erhalten.

Bezugszeichenliste

[0053]

2	Fahrzeug
4	Landschaft
6	Lasersystem
8	Laserstrahl
10	Laserquelle
12	Flugkörper
14	Flugkörper
16	Sensorsystem
18	Sensor
20	Steuereinheit
22	Sensorkopf
24	Abdeckelement
26	Öffnung
28	Sensorkopf
30	Kanister
32	Steuereinheit
34	Lenksystem
36	Wirkteil
38	Raketomotor
40	Steuereinheit

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schützen eines Fahrzeugs (2) vor einem Angriff durch einen Laserstrahl (8), bei dem ein Sensorsystem (16) des Fahrzeugs (2) Laserstrahlung des Laserstrahls (8) detektiert und eine Steuereinheit (20) des Fahrzeugs (2) den Laserstrahl (8) aus den Daten des Sensorsystems (16) als solchen erkennt, ein Start eines Flugkörpers (12, 14) zum Schutz des Fahrzeugs (2) vor dem Laserstrahl (8) von der Steuereinheit (20) gesteuert wird und der Flugkörper (12, 14) vom Fahrzeug (2) aus startet,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sensorsystem (16) den Laserstrahl (8) von

der Seite aufnimmt und die Steuereinheit (20) den Laserstrahl (8) aus Sensordaten erkennt, die aus der Aufnahme von der Seite gewonnen wurden.

5 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sensorsystem (16) mehrere lasersensitive Sensoren (18) aufweist, die von verschiedenen Positionen der Außenhülle des Fahrzeugs (2) den Laserstrahl (8) detektieren.

10 3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass nur ein Teil der Sensoren (18) in die Umgebung des Fahrzeugs (2) gerichtet ist, ein anderer Teil der Sensoren (18) gegen die Umgebung abgedeckt ist und zumindest ein abgedeckter Sensor (18) in Abhängigkeit von der Funktionsfähigkeit eines der anderen Sensoren (18) in die Umgebung gerichtet wird.

20 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sensorsystem (16) einen Mehrfachsensor mit mehreren Sensorköpfen (22) aufweist, die nacheinander in die Umgebung gerichtet werden können.

25 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest ein Sensor (18) des Sensorsystems (16) ausschließlich in einen oberen Halbraum über dem Fahrzeug (2) gerichtet ist.

30 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinheit (20) aus den Daten des Sensorsystems (16) ein Strahlende des Laserstrahls (8) erkennt und aus der Lage des Strahlendes die Position einer Laserquelle (10) bestimmt, die den Laserstrahl (8) aussendet.

35 7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Abstand zur Laserquelle (10) unter Verwendung einer Flughöhe des Fahrzeugs (2) bestimmt wird.

40 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Start des Flugkörpers (12, 14) vollautomatisch erfolgt und durch das Erkennen des Laserstrahls (8) ausgelöst wird.

45 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Ausrichtung eines Startgeräts (30) des Flugkörpers (12) in Abhängigkeit von der Lage des Laserstrahls (8) erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Flugkörper (12) gerichtet auf eine Laserquelle (10) des Laserstrahls (8) startet.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinheit (20) dem Flugkörper (12, 14) eine Zieleinweisung auf eine Laserquelle (10) des Laserstrahls (8) übergibt.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinheit (20) vom Fahrzeug (2) aus einen Flug des Lenkflugkörpers (12, 14) steuert.
13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinheit (20) eine Lage des Laserstrahls (8) im Raum ermittelt und den Flug des Flugkörpers (12, 14) unter Verwendung der ermittelten Lage steuert.
14. Fahrzeug (2) mit einem Sensorsystem (16) zum Detektieren eines Laserstrahls (8), einem Flugkörper (12, 14) und einer Steuereinheit (20), die dazu ausgelegt ist, den Laserstrahl (8) aus den Daten des Sensorsystems (16) als solchen zu erkennen und einen Start des Flugkörpers (12, 14) vom Fahrzeug (2) zum Schutz des Fahrzeugs (2) vor dem Laserstrahl (8) zu steuern,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sensorsystem (16) dazu ausgelegt ist, den Laserstrahl (8) von der Seite aufzunehmen, und dass die Steuereinheit (20) dazu ausgelegt ist, den Laserstrahl (8) aus Sensordaten zu erkennen, die aus der Aufnahme von der Seite gewonnen wurden.

Claims

1. Method for protecting a vehicle (2) from an attack by a laser beam (8), wherein a sensor system (16) of the vehicle (2) detects laser radiation of the laser beam (8) and a control unit (20) of the vehicle (2) identifies the laser beam (8) from the data of the sensor system (16) as such, a launch of a missile (12, 14) for protecting the vehicle (2) from the laser beam (8) is controlled by the control unit (20) and the missile (12, 14) is launched from the vehicle (2),
characterized

in that the sensor system (16) records the laser beam (8) from the side and the control unit (20) identifies the laser beam (8) from sensor data that were obtained from the recording from the side.

- 5
2. Method according to Claim 1,
characterized
in that the sensor system (16) has a plurality of laser-sensitive sensors (18), which detect the laser beam (8) from different positions of the outer hull of the vehicle (2).
- 10
3. Method according to Claim 2,
characterized
in that only some of the sensors (18) are directed into the surroundings of the vehicle (2), other sensors (18) are covered from the surroundings and at least one covered sensor (18) is directed into the surroundings depending on the functionality of one of the other sensors (18).
- 15
4. Method according to any one of the preceding claims,
characterized
in that the sensor system (16) has a multi-sensor with a plurality of sensor heads (22), which can be successively directed into the surroundings.
- 20
5. Method according to any one of the preceding claims,
characterized
in that at least one sensor (18) of the sensor system (16) is only directed into an upper half space above the vehicle (2).
- 25
6. Method according to any one of the preceding claims,
characterized
in that the control unit (20) identifies a beam end of the laser beam (8) from the data of the sensor system (16) and determines the position of a laser source (10), which emits the laser beam (8), from the position of the beam end.
- 30
7. Method according to Claim 6,
characterized
in that a distance to the laser source (10) is determined using a flight level of the vehicle (2).
- 35
8. Method according to any one of the preceding claims,
characterized
in that the launch of the missile (12, 14) is effected fully automatically and triggered by identifying the laser beam (8).
- 40
9. Method according to any one of the preceding claims,
- 45
- 50
- 55

characterized

in that an alignment of a launcher (30) of the missile (12) is effected depending on the position of the laser beam (8).

10. Method according to Claim 9,
characterized
in that the missile (12) is launched directed onto a laser source (10) of the laser beam (8).
11. Method according to any one of the preceding claims,
characterized
in that the control unit (20) transfers to the missile (12, 14) a target instruction to a laser source (10) of the laser beam (8).
12. Method according to any one of the preceding claims,
characterized
in that the control unit (20) controls a flight of the guided missile (12, 14) from the vehicle (2).
13. Method according to Claim 12,
characterized
in that the control unit (20) establishes a position of the laser beam (8) in space and controls the flight of the missile (12, 14) using the established position.
14. Vehicle (2) having a sensor system (16) for detecting a laser beam (8), a missile (12, 14) and a control unit (20) that is configured to identify the laser beam (8) as such from the data of the sensor system (16) and to control a launch of the missile (12, 14) from the vehicle (2) for protecting the vehicle (2) from the laser beam (8),
characterized
in that the sensor system (16) is configured to record the laser beam (8) from the side and in that the control unit (20) is configured to identify the laser beam (8) from sensor data that were obtained from the recording from the side.

Revendications

1. Procédé destiné à protéger un véhicule (2) contre une attaque par un faisceau laser (8), dans lequel un système de capteurs (16) du véhicule (2) détecte le rayonnement laser du faisceau laser (8) et une unité de commande (20) du véhicule (2) identifie le faisceau laser (8) en tant que tel à partir des données du système de capteurs (16), un lancement d'un missile (12, 14) pour protéger le véhicule (2) contre le faisceau laser (8) est commandé par l'unité de commande (20) et le missile (12, 14) est lancé à partir du véhicule (2),
caractérisé en ce que le système de capteurs (16)

acquiert le faisceau laser (8) par le côté et l'unité de commande (20) identifie le faisceau laser (8) à partir de données de capteurs qui ont été obtenues à partir de l'acquisition faite par le côté.

- 5
2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que le système de capteurs (16) comporte plusieurs capteurs sensibles au laser (18) qui détectent le faisceau laser (8) depuis différentes positions de la coque extérieure du véhicule (2).
- 10
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'**une partie seulement des capteurs (18) est dirigée dans l'environnement du véhicule (2), **en ce qu'**une autre partie des capteurs (18) est isolée de l'environnement et **en ce qu'**au moins un capteur isolé (18) est dirigé vers l'environnement en fonction de l'aptitude au fonctionnement de l'un des autres capteurs (18).
- 15
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le système de capteurs (16) comporte un capteur multiple comprenant une pluralité de têtes de capteur (22) qui peuvent être dirigées consécutivement vers l'environnement.
- 20
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'au moins un capteur (18) du système de capteurs (16) est dirigé exclusivement vers un demi-espace supérieur situé au-dessus du véhicule (2).
- 25
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que l'unité de commande (20) identifie à partir des données du système de capteurs (16) une extrémité de faisceau du faisceau laser (8) et détermine à partir de la position de l'extrémité de faisceau la position d'une source laser (10) qui émet le faisceau laser (8).
- 30
7. Procédé selon la revendication 6,
caractérisé en ce qu'une distance par rapport à la source laser (10) est déterminée par utilisation d'une altitude de vol du véhicule (2).
- 35
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le lancement du missile (12, 14) est entièrement automatique et est déclenché par l'identification du faisceau laser (8).
- 40
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'une orientation d'un appareil de lancement (30) du missile (12) est effectuée en
- 45
- 50
- 55

fonction de la position du faisceau laser (8).

10. Procédé selon la revendication 9,
caractérisé en ce que le missile (12) est lancé en étant dirigé vers une source laser (10) du faisceau laser (8). 5
11. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que l'unité de commande (20) transfère au missile (12, 14) une instruction de visée vers une source laser (10) du faisceau laser (8). 10
12. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que l'unité de commande (20) commande un vol du missile guidé (12, 14) depuis le véhicule (2). 15
13. Procédé selon la revendication 12,
caractérisé en ce que l'unité de commande (20) détermine une position du faisceau laser (8) dans l'espace et commande le vol du missile (12, 14) par utilisation de la position déterminée. 20
14. Véhicule (2) comprenant un système de capteurs (16) destiné à détecter un faisceau laser (8), un missile (12, 14) et une unité de commande (20) conçue pour identifier le faisceau laser (8) en tant que tel à partir des données du système de capteurs (16) et à commander un lancement du missile (12, 14) depuis le véhicule (2) pour protéger le véhicule (2) contre le faisceau laser (8), 25
- caractérisé en ce que** le système de capteurs (16) est conçu pour acquérir le faisceau laser (8) par le côté, et **en ce que** l'unité de commande (20) est conçue pour identifier le faisceau laser (8) à partir de données de capteurs qui ont été obtenues à partir de l'acquisition faite par le côté. 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

FIG 1

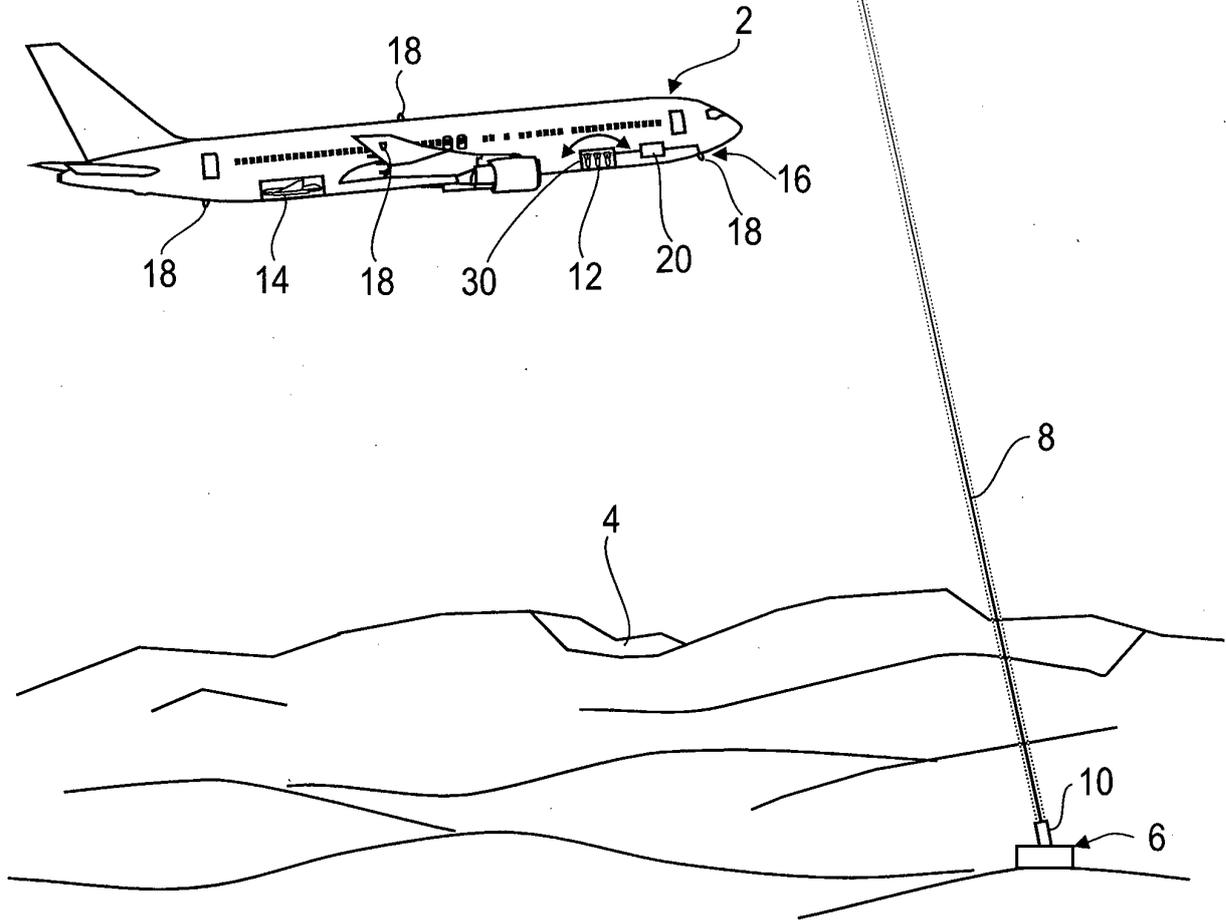


FIG 2

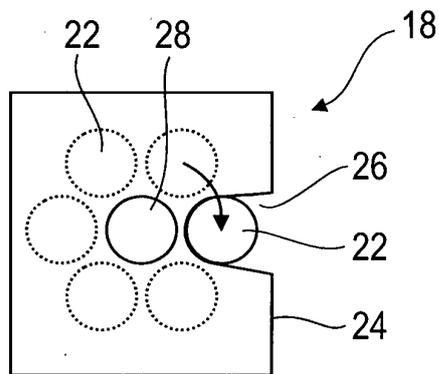
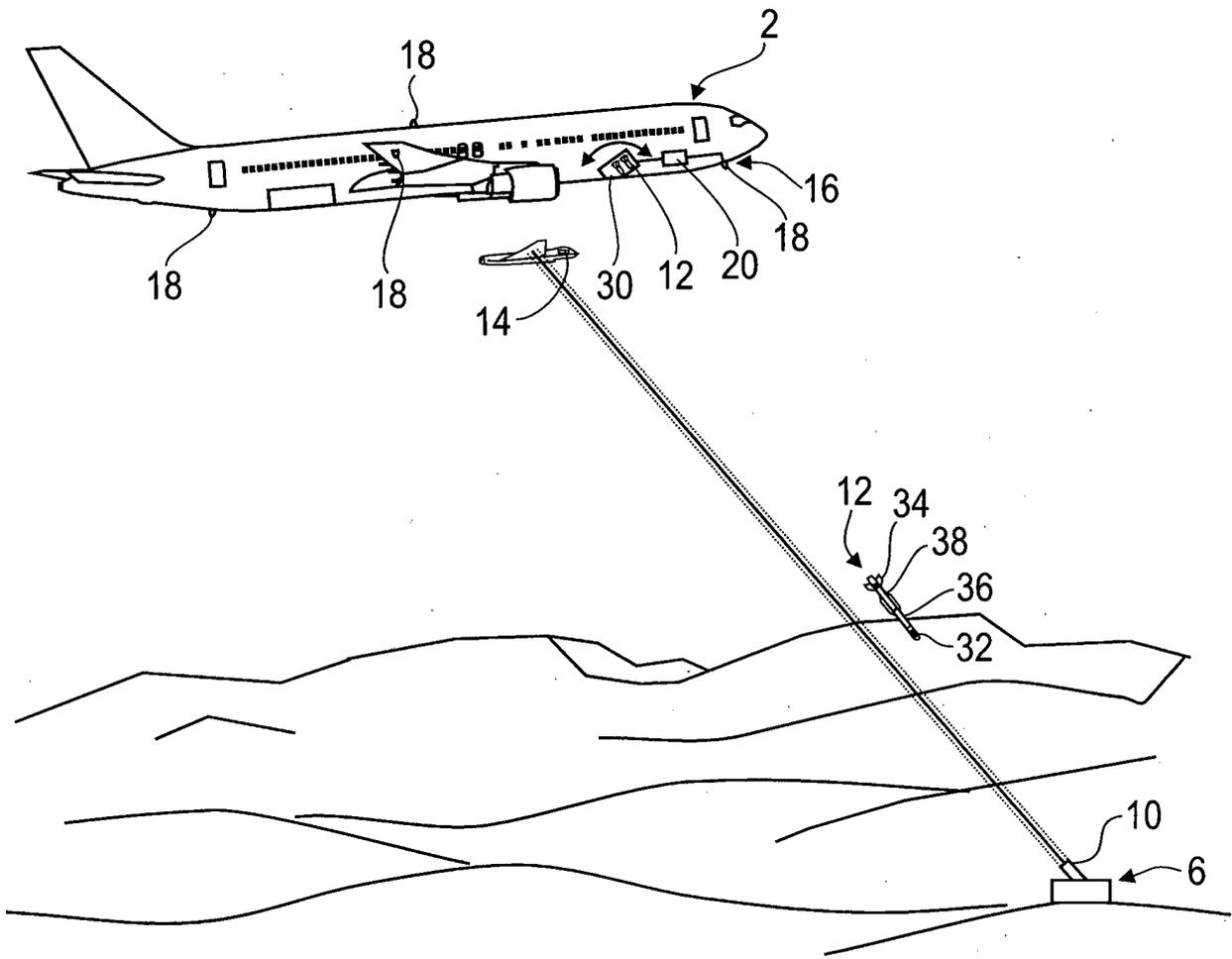


FIG 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 0214777 A1 [0003]
- EP 2752681 A1 [0003]
- US 20150060652 A2 [0003]