



(11)

EP 3 048 410 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.07.2016 Patentblatt 2016/30

(51) Int Cl.:
F41G 7/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16000016.2**

(22) Anmeldetag: **08.01.2016**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
• **Barenz, Joachim**
DE - 88662 Überlingen (DE)
• **Künzner, Nicolai**
DE - 88677 Markdorf (DE)
• **Kisakürek, Hakan**
DE - 81476 München (DE)

(30) Priorität: **23.01.2015 DE 102015000873**

(71) Anmelder: **Diehl BGT Defence GmbH & Co. KG**
88662 Überlingen (DE)

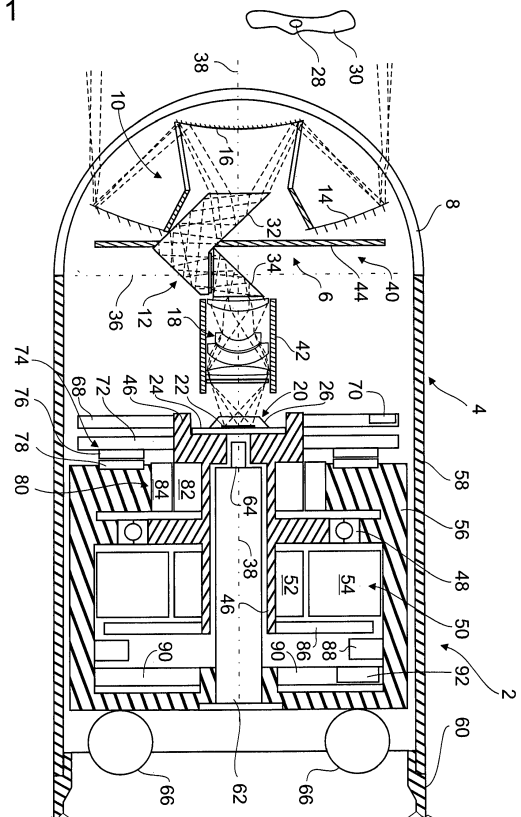
(74) Vertreter: **Diehl Patentabteilung**
c/o Diehl Stiftung & Co. KG
Stephanstrasse 49
90478 Nürnberg (DE)

(54) **SUCHKOPF FÜR EINEN LENKFLUGKÖRPER**

(57) Die Erfindung geht aus von einem Suchkopf (4) für einen Lenkflugkörper (2) mit einem Außengehäuse (58, 60), einer Detektoreinheit (20) mit einem Matrixdetektor (22), einem optischen System (6) zum Abbilden eines Objekts (28) aus einer den Lenkflugkörper (2) umgebenden Objektszene (30) auf den Matrixdetektor (22) umfassend eine Eingangsoptik (10) und ein optisches Gelenk (12) und mit einem Roll-Nick-System (40) zum Ausrichten zumindest der Eingangsoptik (10) auf das Objekt (28) mit einem Rollrahmen (42) und einem Nickrahmen (44).

Um auch weit entfernte und schwach strahlende Objekte (28) bei rollendem Lenkflugkörper (2) erfassen zu können, wird vorgeschlagen, dass die Detektoreinheit (20) am Rollrahmen (42) rollfest angeordnet ist.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Suchkopf für einen Lenkflugkörper mit einem Außengehäuse, einer Detektoreinheit mit einem Matrixdetektor, einem optischen System zum Abbilden eines Objekts aus einer den Lenkflugkörper umgebenden Objektszene auf den Detektor umfassend eine Eingangsoptik und ein optisches Gelenk und mit einem Roll-Nick-System zum Ausrichten zumindest der Eingangsoptik auf das Objekt mit einem Rollrahmen und einem Nickrahmen.

[0002] Zielsuchende Lenkflugkörper sind mit einem Suchkopf mit Eingangsoptik ausgestattet, die der Bewegung eines sich bewegenden Ziels nachgeführt werden kann. Dazu ist eine Eingangsoptik beweglich zu einem Dom des Lenkflugkörpers beziehungsweise dessen Außengehäuse gelagert und motorisch so angetrieben, dass sie in einem großen Winkelbereich verschwenkbar ist. Eine solche Sucheroptik ist aus der DE 10 2010 055 493 A1 bekannt.

[0003] Zum Erfassen von Zielen, die sich in einer sehr weiten Entfernung vom Lenkflugkörper befinden, ist eine sehr exakte Abbildung mit geringen Bildfehlern auf einer bildgebenden Einheit, beispielsweise einem Matrixdetektor, vorteilhaft, um das Ziel auch in großer Entfernung zuverlässig als solches erfassen zu können.

[0004] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Suchkopf für einen Lenkflugkörper anzugeben, mit dem auch kleine und weit entfernte Objekte aufgefunden werden können.

[0005] Diese Aufgabe wird durch einen Suchkopf der eingangs genannten Art gelöst, bei dem erfindungsgemäß die Detektoreinheit am Rollrahmen rollfest angeordnet ist.

[0006] Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass es zur optischen Erfassung von sehr weit entfernten und kleinen Zielen eines sehr sensitiven Suchkopfs bedarf. Die Sensitivität eines Suchkopfs hängt besonders von der Belichtungszeit des Detektorsystems ab, also beispielsweise der Integrationszeit eines Matrixdetektors. Die maximal mögliche Belichtungszeit für eine scharfe Abbildung des Objekts auf dem Matrixdetektor hängt wiederum von der Szenendynamik während der Integrationszeit ab, also von der Bewegung des Abbilds des Objekts über die Detektorfläche.

[0007] Die Erfindung geht weiter von der Überlegung aus, dass es vorteilhaft sein kann, einen Lenkflugkörper während seines Flugs um die Flugkörperachse rollen zu lassen. Entsprechend rollt der strukturell mit dem Lenkflugkörper verbundene Suchkopf mit und mit ihm auch ein strukturell angeordneter Matrixdetektor. Um ein beispielsweise etwas seitlich gelegenes Objekt verfolgen zu können, muss die darauf ausgerichtete Eingangsoptik des Suchkopfs entrollt werden, also mit der gleichen Rollrate entgegen der Rollrichtung des Suchkopfs rotiert werden, sodass sie ortsfest im Raum ausgerichtet bleibt. Es besteht somit eine Relativrotation zwischen Eingangsoptik und einem strukturellen Matrixdetektor. Entspre-

chend rotiert auch das von der Optik abgebildete Objekt auf der sensitiven Fläche des Matrixdetektors.

[0008] Je nach Rollgeschwindigkeit des Lenkflugkörpers verschmiert durch diese Rotation die Objektszene, insbesondere am Rand der sensitiven Fläche des Matrixdetektors, sodass dort Details, wie Punktziele, nicht mehr deutlich erkannt werden können. Hierdurch sinkt die Sensitivität des Suchkopfs und somit seine optische Reichweite. Bildverbesserungsalgorithmen können die Bildverschmierung im Randbereich der sensitiven Fläche des Matrixdetektors zwar reduzieren, aber nicht vollständig genug, um eine hohe Sensitivität des Suchkopfs bei einem schnellen Rollen zu erhalten.

[0009] Zur Lösung dieses Problems schlägt die Erfindung die erfindungsgemäße Trennung von Matrixdetektor und Außengehäuse vor. Durch die Befestigung der Detektoreinheit am Rollrahmen, wird der Matrixdetektor mit der Eingangsoptik mitrotiert, sodass das von ihr abgebildete Objekt auch bei einer Entrollrotation der Eingangsoptik punkstabil auf dem Matrixdetektor abgebildet wird. Hierdurch kann die maximale Integrationszeit und damit die Sensitivität des Suchkopfs beispielsweise nur noch von der Bildwiederholrate begrenzt werden und nicht mehr vom Rollen des Lenkflugkörpers. Es kann ein hochsensitiver Suchkopf zum Auffinden auch kleiner und weit entfernter Objekte realisiert werden.

[0010] Der Suchkopf ist vorteilhafterweise an der Spitze des Lenkflugkörpers und insbesondere unter einem Dom angeordnet. Das optische System umfasst zweckmäßigerweise eine katadioptrische Optik mit einer Eingangsoptik und einem optischen Gelenk. Die Eingangsoptik umfasst insbesondere eine Cassegrain-Optik und ist zweckmäßigerweise in Form einer Spiegeloptik mit einem konkaven asphärischen Hauptspiegel und einem konvexen asphärischen Fangspiegel ausgebildet. Der Hauptspiegel, also derjenige Spiegel, auf den die Strahlen aus der Objektszene zuerst auftreffen, sowie der Fangspiegel sind zweckmäßigerweise im Nickrahmen angeordnet und somit um die Rollachse, die koaxial zur Flugkörperachse beziehungsweise Suchkopfachse verläuft, und eine Nickachse zweidimensional schwenkbar.

[0011] Das optische Gelenk dient zweckmäßigerweise zum Nachführen des Strahlengangs auf den Matrixdetektor bei einer Bewegung der Eingangsoptik. Das optische Gelenk kann ein Spiegelgelenk mit mehreren Spiegelflächen sein. Besonders vorteilhaft ist das optische Gelenk ein Prismengelenk mit mehreren spiegelnden Prismen. Zweckmäßig sind vier Spiegel beziehungsweise spiegelnde Prismenflächen. Eine einfache Ausführung des optischen Gelenks kann erreicht werden, wenn der Strahlengang von der Eingangsoptik zumindest auf einem Teilweg innerhalb des optischen Gelenks symmetrisch zur Rollachse und zur Nickachse der Optik verläuft. Im Übergang von einem Primärteil zu einem Sekundärteil des optischen Gelenks verläuft der Strahlengang zweckmäßigerweise symmetrisch zur Nickachse.

[0012] Der Lenkflugkörper ist zweckmäßigerweise ein aktiv angetriebener Lenkflugkörper mit einem Raketen-

triebwerk und Lenkflügeln zum Steuern des Flugs und Lenken der Ausrichtung des Lenkflugkörpers. Hierzu ist der Lenkflugkörper, insbesondere der Suchkopf, mit einer Steuereinheit ausgerüstet, die zu einem Lenken des Lenkflugkörpers in Abhängigkeit von den Signalen des Matrixdetektors vorbereitet ist und hierzu die Lenkflügel des Lenkflugkörpers ansteuert.

[0013] Die Detektoreinheit ist rollfest am Rollrahmen angeordnet, also in der Weise am Rollrahmen befestigt, dass er mit jeder Rollbewegung des Rollrahmens mitrotiert. Der Matrixdetektor ist zweckmäßigerweise im infraroten Spektralbereich sensitiv, sodass Wärmequellen aufgespürt werden können.

[0014] Um eine thermisch bedingte Anregung von Ladungsträgern im Matrixdetektor und damit ein Rauschen des Matrixdetektors zumindest weitgehend zu unterdrücken, umfasst der Suchkopf in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung einen Kühler zum Kühlen des Matrixdetektors. Die Betriebstemperatur des Matrixdetektors wird im Betrieb zweckmäßigerweise auf eine Temperatur herabgekühlt, deren äquivalenter Spektralbereich im Strahlungsmaximum energetisch unterhalb des sensitiven Spektralbereichs des Matrixdetektors liegt.

[0015] Um bei einem Betriebsbeginn des Matrixdetektors eine kurze Abkühlzeit zu realisieren ist ein relativ voluminöser Kühler, beispielsweise ein Joule-Thomson-Kühler, notwendig. Ein solcher Kühler würde ein großes Trägheitsmoment auf der Rollachse darstellen, wenn er mit der Detektoreinheit mitrollen sollte. Um dies zu vermeiden, ist der Kühler zweckmäßigerweise starr zum Außengehäuse angeordnet. Bei einer Rollbewegung des Lenkflugkörpers und einer Entrollbewegung der Eingangsoptik rotiert die Detektoreinheit somit zum Kühler, bleibt sonst jedoch in den anderen Raumrichtungen zweckmäßigerweise unbeweglich zum Kühler angeordnet.

[0016] Um eine gute Kühlung des Matrixdetektors zu erreichen, ist der Kühler zweckmäßigerweise ein Gaskühler mit einem Gasauslass, der zweckmäßigerweise auf die Detektoreinheit hin ausgerichtet ist. Außerdem ist der Gasauslass vorteilhafterweise parallel, insbesondere koaxial, zur Rollachse ausgerichtet. Während des Betriebs kann entspanntes und durch die Entspannung abgekühltes Kühlgas aus dem Gasauslass austreten und auf die Detektoreinheit treffen und diese kühlen.

[0017] Zum Erlauben der relativen Rotationsbewegung zwischen Matrixdetektor und Kühler kann zwischen diesen beiden Einheiten ein Spalt angeordnet sein. Um ein zu starkes Austreten des Kühlgas aus einem Kühlgasvolumen zu verhindern, ist der Spalt zweckmäßigerweise mittels einer Keramikdichtung abgedichtet. Auch möglich ist eine Silikondichtung oder eine Dichtung mit Polytetrafluoräthylen (PTFE). Zweckmäßigerweise sind die Dichtflächen der Dichtung vorgespannt aufeinandergedrückt. Bei einer Rollbewegung reiben die beiden Dichtflächen aufeinander und halten so ihre Dichtwirkung.

[0018] Die von dem Matrixdetektor erzeugten Bildsignale werden an eine Steuereinheit zur Auswertung übertragen. Die Steuereinheit ist zumindest mit einem Teil, der die Bildauswertung ausführt und/oder einen Rollantrieb steuert, zweckmäßigerweise strukturfest im Suchkopf angeordnet, also starr zum Außengehäuse befestigt. Durch die Entrollbewegung, also die Rollrelativbewegung des Matrixdetektors zum Außengehäuse, ist es notwendig, die Daten über eine die Rollbewegung des Matrixdetektors zulassende Kommunikationseinheit zur Steuereinheit zu übertragen.

[0019] Die Kommunikationseinheit kann mit Schleifkontakten ausgerüstet sein, die über einen Schleifring geführt werden. Bei einer hohen Datenrate ist es vorteilhaft, die Detektorsignale kontaktlos zu übertragen. Hierfür umfasst die Kommunikationseinheit zweckmäßigerweise einen Sender und einen Empfänger zur drahtlosen Datenübertragung zwischen Sender und Empfänger, insbesondere vom Matrixdetektor zur Steuereinheit und/oder andersherum. Der Sender ist beispielsweise rollrahmenfest und der Empfänger gehäusefest. Eine Möglichkeit zur drahtlosen Datenübertragung kann die induktive Kopplung sein, wobei zwei Leiterschleifen beziehungsweise Antennen den Sender und den Empfänger bilden. Auch eine kapazitive Kopplung ist möglich. Weiterhin kann auch eine optische Datenübertragung zur drahtlosen Übertragung der Daten in Betracht gezogen werden. Idealerweise wird auf einen bekannten Datenübertragungs-Standard mit ausreichender Datenrate, beispielsweise WLAN oder WHDI, zurückgegriffen.

[0020] Eine Stromversorgung des Matrixdetektors erfolgt zweckmäßigerweise über einen Schleifring. Insofern ist zweckmäßigerweise eine Stromversorgungseinrichtung vorhanden, die einen Stromspeicher, einen Schleifring und eine Stromleitung zwischen Stromspeicher und Schleifring aufweist. Der Schleifring ist zweckmäßigerweise mit einem Schleifelement verbunden, das bei einer Entrollbewegung beweglich auf dem Schleifring Kontakt haltend umläuft. Das Schleifelement ist zweckmäßigerweise mit einem Stromeingang der Detektoreinheit verdrahtet.

[0021] Rollt der Lenkflugkörper während seines Flugs und wird der Matrixdetektor entrollt, um ein ruhendes Bild des Objekts zu erhalten, so wird der Rollrahmen hierbei vorteilhafterweise relativ zum Außenraum des Suchkopfs beziehungsweise relativ zur Objektszene in Bezug auf die Rollbewegung ruhend gehalten. Oder anders ausgedrückt: Die absolute Rollrate des Rollrahmens verschwindet. Als absolute Rollrate kann hierbei eine bezogene Rollbewegung pro Zeit verstanden werden, die bei einer Fokussierung der Eingangsoptik auf ein relativ zum Suchkopf unbewegliches Objekt verschwindet.

[0022] Die Geschwindigkeit der Rollbewegung des Außengehäuses, also dessen Rollrate, wird üblicherweise aus einer Messgröße eines strukturfesten Sensors abgeleitet, um durch eine Steuerung eines Rollantriebs ein gleich schnelles Gegenrollen des Rollrahmens, also dessen Entrollung, zu veranlassen, so dass die absolute

Rollrate der Eingangsoptik verschwindet. Dies kann mithilfe des sogenannten "Strapdown-Prinzips" erfolgen, bei dem aus einem Verlauf einer Beschleunigung auf die Rollrate des Außengehäuses geschlossen wird und hiermit der Rollantrieb gesteuert wird.

[0023] Alternativ oder zusätzlich besteht die Möglichkeit, dass die absolute Rollrate des Rollrahmens als solche sensorisch erfasst wird, insbesondere durch einen rollrahmenfesten Rollsensor. Die so erfasste absolute Rollrate kann dann mit Hilfe eines Sensorsignals auf Null oder einen gewünschten Rollwert gesteuert werden.

[0024] Hierfür umfasst der Suchkopf in einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung einen rollrahmenfest angeordneten Rollsensor zur Erfassung einer Rollbewegung des Rollrahmens. Der Rollsensor kann ein Beschleunigungssensor, beispielsweise ein Gyrosensor, ein Drehratensensor, ein Inertialsensor (IMU Inertial Measurement Unit) oder dergleichen sein. Durch die rollrahmenfeste Anordnung, also die starre Verbindung mit dem Matrixdetektor, kann eine Rollbewegung des Matrixdetektors und auch eine Bewegung der mit dem Matrixdetektor in Bezug auf das Rollen starr gekoppelten Eingangsoptik gemessen werden.

[0025] Die Steuerung des Rollrahmens wird zweckmäßigerweise von einer Steuereinheit zum Steuern auch weiterer Antriebe des Suchkopfs, beispielsweise eines Nickantriebs, vorgenommen. Die Steuereinheit kann identisch sein mit der Steuereinheit zum Lenken des Flugkörpers während seines Flugs und zur Steuerung der Suchkopffunktionen.

[0026] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung umfasst der Suchkopf einen gehäusesfest angeordneten Bewegungssensor zur Erfassung der Bewegung des Außengehäuses. Durch diesen kann eine Rollrate bestimmt und ein Rollantrieb des Rollrahmens so angesteuert bzw. geregelt werden, dass er einen gewünschten Rollwert annimmt.

[0027] Die Erfindung ist außerdem gerichtet auf ein Verfahren zum Abbilden eines Objekts einer Objektszene auf einen Matrixdetektor eines Suchkopfs für einen Lenkflugkörper, bei dem eine Eingangsoptik eines optischen Systems des Suchkopfs mithilfe eines Roll-Nick-Systems, das einen Rollrahmen und einen Nickrahmen aufweist, auf das Objekt ausgerichtet wird und das Objekt durch das optische System auf den Matrixdetektor abgebildet wird.

[0028] Es ist eine Aufgabe der auf das Verfahren gerichteten Erfindung, ein Verfahren anzugeben, mit dem eine Abbildung auch eines kleinen und weit entfernten Ziels auf den Matrixdetektor und ein sensorisches Erfassen dieses Ziels mit Hilfe des Matrixdetektors erfolgen kann.

[0029] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren der oben genannten Art gelöst, bei dem erfindungsgemäß ein Außengehäuse des Suchkopfs relativ zur ihn umgebenden Objektszene um eine Rollachse rollt und der Matrixdetektor relativ zum Außengehäuse rotiert und mit dem Rollrahmen mit rollt.

[0030] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ruht die Abbildung des Objekts auf dem Matrixdetektor bei um die Rollachse rollendem Außengehäuse. Zweckmäßigerweise ruht auch der Matrixdetektor rollrahmenfest im Raum. Ein solches Ruhen gilt beispielsweise für ein relativ zur Rollachse ruhendes abgebildetes Objekt. Bei einer Bewegung des Objekts relativ zum Suchkopf kann sich auch die Abbildung des Objekts über die sensitive Fläche des Matrixdetektors bewegen. Hierbei wird die Eingangsoptik zweckmäßigerweise dem sich bewegendem Objekt nachgeführt, wobei hierdurch zweckmäßigerweise auch der Matrixdetektor in seiner Rollbewegung nachgeführt wird. Das Ausrichten der Eingangsoptik auf das Objekt geschieht vorteilhafterweise durch eine Rotation um zwei Achsen relativ zur Flugkörperachse, insbesondere eine Rollachse und eine Nickachse. Das Ruhen des Matrixdetektors im Raum, also ein Verschwinden der absoluten Rollbewegung, kann durch ein Antreiben des Rollrahmens entgegen der Rollrichtung des Außengehäuses erreicht werden.

[0031] Der Matrixdetektor ist zweckmäßigerweise ein im infraroten Spektralbereich sensitiver Detektor. Um eine thermisch bedingte Anregung von Ladungsträgern im Matrixdetektor und damit ein Rauschen des Matrixdetektors möglichst gering zu halten, wird der Matrixdetektor zweckmäßigerweise gekühlt. Hierfür wird vorteilhafterweise aus einem gehäusesfesten Kühler des Suchkopfs Kühlgas gegen eine den Matrixdetektor aufweisende und sich relativ zum Kühler um die Rollachse drehende Detektoreinheit gesprüht.

[0032] Um ein stabiles Ausrichten der Eingangsoptik auf das Objekt zu ermöglichen, wird in einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, dass eine Rollrate des Rollrahmens durch einen rollrahmenfest angeordneten Rollsensor erfasst wird. Zweckmäßigerweise wird die Rollrate mithilfe der Daten des Rollsenors auf einen gewünschten Rollwert gesteuert. Die Steuerung kann eine Regelung beinhalten, sodass der Rollwert auf den gewünschten Rollwert geregelt wird. Die Rollrate kann hierbei die absolute Rollrate, also eine Rolldrehzahl relativ zur Objektszene, sein.

[0033] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass mit Hilfe eines außengehäusesfesten Bewegungssensors eine Rollrate des Außengehäuses ermittelt wird. Der Bewegungssensor ist zweckmäßigerweise ein Inertialsensor, insbesondere ein Beschleunigungssensor oder ein Drehratensensor. Mit Hilfe des ermittelten Werts der Rollrate kann ein Rollantrieb angesteuert werden, sodass der Rollrahmen relativ zum Außengehäuse entgegen dessen Rolldrehrichtung rotiert wird. Die Rollrate des Rollrahmens wird hierdurch also reduziert. Auch auf diese Weise kann die Rollrate des Rollrahmens auf einen gewünschten Rollwert gesteuert beziehungsweise geregelt werden.

[0034] Je nach Genauigkeit des Bewegungssensors kann es vorkommen, dass der Rollrahmen mit einer verbleibenden Rollrate rollt, also nicht ganz rollfrei im Raum ruht. Eine solche verbleibende absolute Rollrate kann

mithilfe eines rollrahmenfest angeordneten Rollensors erfasst werden. Zweckmäßigerweise wird die Rollrate mit Hilfe der Daten des Rollensors auf einen gewünschten Rollwert gesteuert, insbesondere geregelt. Diese Steuerung geschieht vorteilhafterweise mit Daten sowohl des Bewegungssensors als auch des Rollensors.

[0035] Um auch schnelle Bewegungen des Rollrahmens erfassen zu können, ist es vorteilhaft, wenn der Rollsensor ein Sensor ist, der auch sehr schnelle Bewegungen zuverlässig erfassen kann. Hierbei kann es aus Kosten- und/oder Gewichtsgründen jedoch sinnvoll sein, einen einfacheren Sensor zu verwenden, bei dem es vorkommen kann, dass er im Laufe der Zeit einen Messfehler, insbesondere einen sich kumulierenden Messfehler, beispielsweise in Form einer Drift, aufweist. Um diesen zumindest teilweise zu verringern, wird vorgeschlagen, dass bei der Steuerung der Rollrate auf den gewünschten Rollwert ein Messfehler eines rollrahmenfesten Rollensors mit Hilfe eines gehäusefesten Bewegungssensors zumindest teilweise erkannt und berücksichtigt wird. Liegt beispielsweise ein zeitlich stark schwankender Messfehler des Rollensors vor, so kann dieser vom stationären Bewegungssensor erkannt und/oder zumindest teilweise ausgeglichen werden.

[0036] Bei einer Bewegung des Objekts, insbesondere einer schnellen Bewegung um den Suchkopf herum, verbleibt die Eingangsoptik zweckmäßigerweise auf das Objekt ausgerichtet. Entsprechend rollt der Rollrahmen, um ein solches Nachführen der Eingangsoptik auf das Objekt zu ermöglichen. Im Folgenden wird ein solches Rollen als Rollbewegung bezeichnet, sodass auch bei einer Rollrate von Null eine Rollbewegung möglich ist, die jedoch durch das Nachführen der Eingangsoptik auf ein sich um die Rollachse bewegendes Objekt hervorgerufen ist. Eine solche Rollbewegung kann sehr schnell sein, insbesondere wenn sich das Objekt durch oder in der Nähe der Rollachse bewegt. Um auch hierbei die absolute Rollrate auf dem gewünschten Rollwert stabil zu halten, ist es vorteilhaft, wenn mit Hilfe des Rollensors zusätzlich zur Rollrate des Rollrahmens eine Rollbewegung erfasst wird, die durch eine Verfolgung des Objekts mit der Eingangsoptik erzeugt wird.

[0037] Zweckmäßigerweise wird der Rollantrieb so gesteuert, dass mit Hilfe der zur Verfolgung des Objekts angesteuerten Rollbewegung und der Daten des Rollensors eine Rollrate des Rollrahmens auf den gewünschten Rollwert gesteuert, insbesondere geregelt wird. Die Bewegung der Abbildung des Objekts auf der sensitiven Fläche des Matrixdetektors kann hierbei zuverlässig zur Auswertung der Bewegung des Objekts relativ zum Suchkopf beziehungsweise zur Rollachse verwendet werden.

[0038] Eine weitere Möglichkeit zum Steuern der absoluten Rollrate auf einen gewünschten Wert besteht darin, dass mit Hilfe von aus einer Abbildung der Objektszene auf dem Matrixdetektor gewonnenen Daten eine Rollrate des Rollrahmens ermittelt wird. Entsprechend kann der Rollantrieb angesteuert und die Rollrate auf einen

gewünschten Rollwert gesteuert, insbesondere geregelt werden.

[0039] Die bisher gegebene Beschreibung vorteilhafter Ausgestaltungen der Erfindung enthält zahlreiche Merkmale, die in den einzelnen Unteransprüchen teilweise zu mehreren zusammengefasst wiedergegeben sind. Diese Merkmale können jedoch zweckmäßigerweise auch einzeln betrachtet und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammengefasst werden. Insbesondere 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. So sind Verfahrensmerkmale auch als Eigenschaften der entsprechenden Vorrichtungseinheit gegenüberstehend formuliert zu sehen und umgekehrt. Beispielsweise ist die Steuereinheit dazu geeignet und vorbereitet entsprechende Verfahrensmerkmale durchzuführen.

[0040] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung, sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im 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.

[0041] Es zeigen:

FIG 1 einen schematischen Längsschnitt durch den vorderen Teil eines Lenkflugkörpers mit einem Suchkopf und

FIG 2 ein Ablaufschema eines Verfahrens zum Entrollen einer Eingangsoptik.

[0042] FIG 1 zeigt den vorderen Teil eines Lenkflugkörpers 2 in einem schematischen Längsschnitt und dort insbesondere den Suchkopf 4 an der Spitze des Lenkflugkörpers 2. Der Suchkopf 4 ist mit einem optischen System 6 ausgestattet, das unmittelbar hinter einem Dom 8 in einer vordersten Spitze des Suchkopfs 4 angeordnet ist. Das optische System 6 umfasst eine Cassegrain-Optik mit einer Eingangsoptik 10 und einem optischen Gelenk 12. Die Eingangsoptik 10 enthält einen konkaven Primärspiegel 14 und einen konvexen Fangspiegel 16. Über das optische Gelenk 12 ist die Eingangsoptik 10 optisch über eine Detektoroptik 18 mit einer Detektoreinheit 20 verbunden, die einen Matrixdetektor 22 auf einem Träger 24 in einem Detektorgehäuse 26 aufweist. Ein Objekt 28 einer Objektszene 30 wird über die

Eingangsoptik 10, das optische Gelenk 12 und die Detektoroptik 18 auf den Matrixdetektor 22 abgebildet.

[0043] Das optische Gelenk 12 ist aus zwei Prismenblöcken 32, 34 gebildet, die zueinander beweglich ausgeführt sind. Hierbei ist der erste Prismenblock 32 relativ zum zweiten Prismenblock 34 um eine Nickachse 36 schwenkbar und beide Prismenblöcke 32, 34 sind um eine Rollachse 38 rotierbar, die in Achsrichtung beziehungsweise der Längsachse des Lenkflugkörpers 2 verläuft. Der erste Prismenblock 32 ist fest mit der Eingangsoptik 10 verbunden, sodass diese um die Nickachse 36 und die Rollachse 38 drehbar ist. Der zweite Prismenblock 34 ist fest mit der Detektoroptik 18 und der Detektoreinheit 20 verbunden, sodass diese Einheiten im Betrieb des Suchkopfs 4 nur um die Rollachse 38 rotierbar sind.

[0044] Das gesamte optische System 6 ist mithin in einem Roll-Nick-System 40 gelagert, deren Rollrahmen 42 und Nickrahmen 44 in FIG 1 nur schematisch dargestellt sind. Der Rollrahmen 42 trägt alle rollbaren Elemente des optischen Systems 6, also auch die nickbaren Elemente, und ist starr an einem Rotorblock 46 befestigt. Der Nickrahmen 44 trägt alle nickbaren Elemente, wie die Eingangsoptik 10 und den Prismenblock 32.

[0045] Die Detektoreinheit 20 ist ebenfalls am Rotorblock 46 fixiert, der über Lager 48 mithilfe eines Rollantriebs 50, der einer Rotor 52 und einem Stator 54 aufweist, um die Rollachse 38 rotierbar ist. Über die Lager 48 ist der Rotorblock 46 in einem Statorblock 56 gehalten, der starr mit dem Außengehäuse 58 des Suchkopfs 4 und dem dahinter liegenden Außengehäuse 60 des übrigen Lenkflugkörpers 2 befestigt ist. Am hinteren Teil des Statorblocks 56 befestigt ist ein Kühler 62 mit einem nach vorne ausgerichteten Gasauslass 64, der zur Detektoreinheit 20 ausgerichtet ist und sich unmittelbar hinter ihr zu dieser hin öffnet. Der Kühler 62 wird über zwei Gasbehälter 66 während des Betriebs des Suchkopfs 4 mit Gas versorgt.

[0046] Ebenfalls starr mit dem Rotorblock 46 verbunden und somit um die Rollachse 38 rotierbar ist eine Nিকেlektronik 68, ein Rollsensor 70, eine Detektorelektronik 72 und eine Kommunikationseinheit 74 mit einem Sender 76 und einem Empfänger 78. Der Sender 76 kann auch als Empfänger und der Empfänger 78 als Sender fungieren, sodass eine bidirektionale Kommunikation möglich ist. Sender 76 und Empfänger 78 sind als Ringscheiben ausgeführt, und der Sender 76 ist mit dem Rotorblock 46 starr verbunden und der Empfänger 78 ist mit dem Statorblock 56 starr verbunden.

[0047] Weiter trägt der Rotorblock 46 eine Energieübertragungseinheit 80 mit einem Schleifring 82 und einer Bürste 84 zur Übertragung von elektrischer Energie von einem nicht dargestellten gehäusefesten Energiespeicher zur Detektoreinheit 20. Hierbei ist der Schleifring 82 mit der Detektoreinheit 20 und die Bürste 84 mit dem Energiespeicher verdrahtet. Mit dem Rotorblock 46 verbunden ist außerdem ein optisches Gitter 86 mithilfe dessen über einen optischen Abgriff 88 von einer gehäuse-

festen Steuereinheit 90 die Rotationsgeschwindigkeit des Rotorblocks 46 relativ zum Statorblock 56 ermittelt werden kann. Über einen Bewegungssensor 92, der ebenfalls gehäusefest ist, und der als Initialsensor oder IMU (Inertial Measurement Unit) ausgeführt ist, kann von der Steuereinheit 90 die Rollrate des Statorblocks 56 beziehungsweise des Außengehäuses 58 erfasst werden. Hierzu erfasst der Bewegungssensor 92 Beschleunigungswerte, beispielsweise eine Fliehkraftbeschleunigung und/oder Beschleunigungen in weitere Raumrichtungen, und ermittelt hierdurch aus einem Anfangszustand einen späteren Momentanzustand, beispielsweise eine Rollrate, eine Fluggeschwindigkeit und gegebenenfalls andere weitere Größen.

[0048] Der Lenkflugkörper 2 ist ein selbst angetriebener und über nicht dargestellte Ruder lenkbarer Flugkörper, der beispielsweise aus einem Kanister gestartet wird. Über sein Raketentriebwerk fliegt der Lenkflugkörper 2 in Richtung auf ein vorgegebenes Ziel, das beispielsweise in der Steuereinheit 90 oder einer anderen Steuereinheit hinterlegt ist, beispielsweise mithilfe von Koordinaten. Ebenfalls möglich ist die Vorgabe eines optischen Ziels, beispielsweise das Objekt 28, das optisch erfasst und vor oder nach dem Start des Lenkflugkörpers 2 an die entsprechende Steuereinheit 90 übergeben wird. Im Anflug auf das Objekt 28 wird dieses über das optische System 6 auf dem Matrixdetektor 22 abgebildet. Eine Bewegung des Abbilds des Objekts 28 auf der sensitiven Fläche des Matrixdetektors 22 führt erstens zu einer Bewegung der Eingangsoptik 10, sodass diese möglichst zentriert auf das Objekt 28 ausgerichtet bleibt. Zweitens führt die Bewegung zu einem Lenkkommando zum Ausrichten der Längsachse des Lenkflugkörpers 2 in Richtung zum Objekt 28, sodass der Lenkflugkörper 2 auf diese Weise das Objekt 28 verfolgt.

[0049] Vor der Aktivierung des Matrixdetektors 22 wird dieser durch den Kühler 62 auf eine Temperatur heruntergekühlt, bei der eine thermisch bedingte Anregung von Ladungsträgern im Matrixdetektor 22 und damit ein Rauschen des Matrixdetektors 22 im infraroten Spektralbereich gegenüber Raumtemperatur stark verringert ist, sodass auch schwach im Infrarot strahlende Objekte der Objektszene 30 und insbesondere das anvisierte Objekt 28 erkannt werden. Hierfür wird im Inneren des Kühlers 62 entspanntes und hierdurch stark abgekühltes Kühlgas durch den Gasauslass 64 auf die Hinterseite des Trägers 24 geblasen, sodass dieser und mit ihm der Matrixdetektor 22 stark abkühlen. Das Gas verteilt sich in dem Spalt zwischen dem Rotorblock 46 und dem Kühler 62 nach hinten und wird dort abgeführt.

[0050] Während des Flugs des Lenkflugkörpers 2 kann es vorkommen, dass dieser um seine Rollachse 38 rollt. Hierbei können Rollraten von mehr als 1 Hz auftreten. Ohne eine Entrollung des Rollrahmens 42 beziehungsweise des Rotorblocks 46 würde das Gesichtsfeld der Eingangsoptik 10 mit dieser Frequenz rotieren und eine Fokussierung auf das Objekt 28 wäre lediglich bei einer Ausrichtung der Eingangsoptik 10 exakt in Richtung der

Rollachse möglich. Um dennoch eine exakte seitliche Fokussierung der Eingangsoptik 10 auf das Objekt 28 zu ermöglichen, wird die Rollrate des Außengehäuses 58 beziehungsweise des Statorblocks 56 durch den Bewegungssensor 92 erfasst. Anhand der Daten des Bewegungssensors 92 steuert die Steuereinheit 90 den Rollantrieb 50 an, sodass der Rollrahmen 42 entgegen der Rollrichtung des Außengehäuses 58 und mit der von dem Bewegungssensor 92 ermittelten Rollrate rotiert. Hierdurch wird der Rollrahmen 42 entrollt und ruht im Raum bei um ihn herum rotierendem Außengehäuse 58. Entsprechend ruht auch die Ausrichtung der Detektoroptik 18 im Raum - abgesehen von Änderungen verursacht durch die Fluggeschwindigkeit und gegebenenfalls Richtungsänderung des Lenkflugkörpers 2 - und auch die Abbildung des Objekts 28 ruht, bei keiner Eigenbewegung des Objekts 28, auf der sensitiven Fläche des Matrixdetektors 22.

[0051] Ein alternatives Entrollverfahren kann mithilfe des Rollensors 70 durchgeführt werden. Auch dieser kann eine Rollrate des Rollrahmens 42 erfassen, sodass die Steuereinheit 90, die datentechnisch mit dem Rollsensor 70 über die Kommunikationseinheit 74 verbunden ist, ein Entrollen des Rollrahmens 42 durch die entsprechende Ansteuerung des Rollantriebs 50 steuern kann. Bei diesem Verfahren besteht außerdem die Möglichkeit, die Rollrate des Rollrahmens 42 zu regeln. Die Regelgröße ist hierbei beispielsweise eine gemessene Fliehkraftbeschleunigung, die auf den Rollsensor 70 wirkt. Der Vorschub des Rollantriebs 50 wird von der Steuereinheit 90 so gesteuert, dass die Fliehkraft und damit die absolute Rollrate beispielsweise auf Null geregelt werden.

[0052] Ein weiteres Verfahren besteht im Zusammenwirken des Bewegungssensors 92 mit dem Rollsensor 70 zur Steuerung der absoluten Rollrate des Rollrahmens 42 auf einen gewünschten Rollwert, beispielsweise auf Null. Hierzu wird die absolute Rollrate mithilfe der Steuereinheit 90 und des Bewegungssensors 92, wie zum ersten Verfahren beschrieben, gesteuert. Im Prinzip müsste der Rollsensor 70 die gewünschte absolute Rollrate bestätigen. Ist dies nicht der Fall, so kann das Signal des Rollensors 70 als Zusatzsignal von der Steuereinheit 90 verwendet werden, um die gewünschte absolute Rollrate des Rollrahmens 42 einzustellen. Die Entrollung besteht somit aus zwei Komponenten: einer aus dem Signal des Bewegungssensors 92 resultierenden Komponente und einer aus dem Signal des Rollensors 70 resultierenden und auf die erste Komponente aufaddierten Komponente.

[0053] Bei einer schnellen Bewegung des Objekts 28 quer zur Rollachse 38, insbesondere bei einem Bewegen sehr nah an der Rollachse 38 vorbei, kann das Nachverfolgen des Objekts 28 mit der Eingangsoptik 10 zu einer sehr plötzlichen und sehr schnellen Rollbewegung des Rollrahmens 42 führen. Diese Rollbewegung ist eine Bewegung, die zusätzlich zur Rotation des Rollrahmens 42 vom Rollsensor 70 erfasst wird. Der Rollsensor 70 ist

hierzu vorbereitet und mithin ein sehr schnell detektierender Sensor, der in der Lage ist, schnelle Bewegungen und schnelle Bewegungsänderungen genau zu erfassen. Da die Rollbewegung des Rollrahmens 42 zum Nachführen der Eingangsoptik 10 durch die Steuereinheit 90 gesteuert und mithilfe des optischen Gitters 86 kontrolliert wird, kann die Steuereinheit 90 diese Rollbewegung auch von der Entrollbewegung des Rollrahmens 42 aus dem Signal des Rollensors 70 trennen. Eine Steuerung der Entrollrotation bleibt weiterhin möglich.

[0054] In einem weiteren Verfahren kann es vorkommen, dass die Messungen des Rollensors 70 mit einer Messungenauigkeit behaftet sind. Beispielsweise addiert sich aus einer Vielzahl von schwankenden Beschleunigungen ein Drift, der in einem Rollmessfehler resultieren kann. Ein solcher Messfehler kann von der Steuereinheit 90 mithilfe der Daten des Bewegungssensors 92 erkannt werden. Der Bewegungssensor 92 rotiert relativ konstant mit der Rollrate des Außengehäuses 58, und dessen eventueller Messfehler kann durch das Signal des Rollensors 70 von der Steuereinheit 90 erkannt und kompensiert werden. Treten später Messfehler des Rollensors 70 auf, beispielsweise verursacht durch starke Nachlenkbeschleunigungen der Eingangsoptik 10, so können diese Fehler durch die Daten des Bewegungssensors 92 erkannt und von der Steuereinheit 90 kompensiert werden, da diese in der Zeit der starken Auslenkung der Eingangsoptik 10 weniger stark beansprucht ist und genauere Messergebnisse liefert.

[0055] Selbstverständlich ist es auch möglich, einzelne Komponenten der beschriebenen Verfahren zu kombinieren zur Steuerung, insbesondere Regelung, der Rollrate auf einen gewünschten Rollwert.

[0056] Ein entsprechender Verfahrensablauf ist in FIG 2 beispielhaft dargestellt. Der Bewegungssensor 92 erfasst eine erste Rollrate RR_1 und liefert die entsprechenden Daten an die Steuereinheit 90. Diese steuert den Rollantrieb 50 an zum Entrollen des Rollrahmens 42. Eine Restrollrate RR_2 wird vom Rollsensor 70 erfasst, der seine Daten an die Steuereinheit 90 speist. Mithilfe dieser Korrekturdaten wird ebenfalls der Rollantrieb 50 angesteuert, sodass eine genauere Entrollung erfolgt. Diese wird in einer Regelschleife vom Rollsensor 70 erfasst und von der Steuereinheit 90 zur Regelung verwendet.

[0057] Eine Bewegung der Abbildung des Objekts 28 auf der sensitiven Fläche des Matrixdetektors 22 wird von der Detektorelektronik 72 erkannt und entsprechende Daten werden an die Steuereinheit 90 geliefert. Diese steuert ein Nachführen der Eingangsoptik 10 auf das Objekt 28, sodass eine zusätzliche Rollbewegung RB des Rollrahmens 42 erzeugt wird, die auf die gewünschte Rollrate aufaddiert wird. Auch die Rollbewegung RB wird vom Rollsensor 70 erkannt und das entsprechende Signal wird an die Steuereinheit 90 weitergegeben. Diese trennt aus dem Signal die beiden Bewegungen, nämlich die Restrollrate RR_2 von der Rollbewegung RB, und steuert weiterhin den Rollantrieb 50 so an, dass die Restrollrate RR_2 verschwindet bzw. einen gewünschten Wert an-

nimmt.

[0058] Je nach Beschaffenheit der Objektszene 30 kann deren Abbild auf der sensitiven Fläche des Matrixdetektors 22 ebenfalls zur Einstellung der absoluten Rollrate herangezogen werden. Wird beispielsweise ein Horizont abgebildet, die Sonne und oder ein anderer bekannter und in der Lage stabiler Gegenstand, so ruht dessen Abbild bei verschwindender Rollrate des Rollrahmens 42 und gradlinigem Flug des Lenkflugkörpers 2 auf der sensitiven Fläche des Matrixdetektors 22. Ein Rollen des Rotorblocks 46 beziehungsweise des Rollrahmens 42 kann durch ein Kreisen des Abbilds auf dem Matrixdetektor 22 beispielsweise durch Bilderfassung erkannt werden. Dieses Kreisen kann zur Steuerung der absoluten Rollrate verwendet werden.

Bezugszeichenliste

[0059]

2	Lenkflugkörper
4	Suchkopf
6	optisches System
8	Dom
10	Eingangsoptik
12	optisches Gelenk
14	Primehrspiegel
16	Fangspiegel
18	Detektoroptik
20	Detektoreinheit
22	Matrixdetektor
24	Träger
26	Detektorgehäuse
28	Objekt
30	Objektszene
32	Prismenblock
34	Prismenblock
36	Nickachse
38	Rollachse
40	Roll-Nick-System
42	Rollrahmen
44	Nickrahmen
46	Rotorblock
48	Lager
50	Rollantrieb
52	Rotor
54	Stator
56	Statorblock
58	Außengehäuse
60	Außengehäuse
62	Kühler
64	Gasauslass
66	Gasbehälter
68	Nickelektronik
70	Rollsensor
72	Detektorelektronik
74	Kommunikationseinheit
76	Sender

78	Empfänger
80	Energieübertragungseinheit
82	Schleifring
84	Bürste
5 86	optisches Gitter
88	Abgriff
90	Steuereinheit
92	Bewegungssensor
RB	Rollbewegung
10 RR ₁	Rollrate
RR ₂	Restrollrate

Patentansprüche

1. Suchkopf (4) für einen Lenkflugkörper (2) mit einem Außengehäuse (58, 60), einer Detektoreinheit (20) mit einem Matrixdetektor (22), einem optischen System (6) zum Abbilden eines Objekts (28) aus einer den Lenkflugkörper (2) umgebenden Objektszene (30) auf den Matrixdetektor (22) umfassend eine Eingangsoptik (10) und ein optisches Gelenk (12) und mit einem Roll-Nick-System (40) zum Ausrichten zumindest der Eingangsoptik (10) auf das Objekt (28) mit einem Rollrahmen (42) und einem Nickrahmen (44),
dadurch gekennzeichnet,
dass die Detektoreinheit (20) am Rollrahmen (42) rollfest angeordnet ist.
2. Suchkopf (4) nach Anspruch 1,
gekennzeichnet
durch einen Kühler (62) zum Kühlen des Matrixdetektors (22), der starr zum Außengehäuse (58, 60) angeordnet ist.
3. Suchkopf (4) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kühler (62) ein Gaskühler mit einem Gasauslass (64) ist, der coaxial zur Rollachse (38) und auf die Detektoreinheit (20) ausgerichtet ist.
4. Suchkopf (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet
durch eine Kommunikationseinheit (74) mit einem rollrahmenfesten Sender (76) und einem gehäusefesten Empfänger (78) zur drahtlosen Datenübertragung zwischen Sender (76) und Empfänger (78).
5. Suchkopf (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet
durch einen rollrahmenfest angeordneten Rollsensor (70) zur Erfassung einer Rollbewegung des Rollrahmens (42).
6. Suchkopf (4) nach einem der vorhergehenden An-

sprüche,

gekennzeichnet

durch einen gehäusefest angeordneten Bewegungssensor (92) zur Erfassung einer Bewegung des Außengehäuses (58, 60).

7. Verfahren zum Abbilden eines Objekts (28) einer Objektszene (30) auf einen Matrixdetektor (22) eines Suchkopfs (4) für einen Lenkflugkörper (2), bei dem eine Eingangsoptik (10) eines optischen Systems (6) des Suchkopfs (4) mithilfe eines Roll-Nick-Systems (40), das einen Rollrahmen (42) und einen Nickrahmen (44) aufweist, auf das Objekt (28) ausgerichtet wird und das Objekt (28) durch das optische System (6) auf den Matrixdetektor (22) abgebildet wird, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** ein Außengehäuse (58) des Suchkopfs (4) relativ zur ihn umgebenden Objektszene (30) um eine Rollachse (38) rollt und der Matrixdetektor (22) relativ zum Außengehäuse (58) rotiert und mit dem Rollrahmen (42) mitrollt. 10 15 20
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Matrixdetektor (22) im Raum ruht und die Abbildung auf dem Matrixdetektor (22) bei um die Rollachse (38) rollendem Außengehäuse (58) ruht. 25
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** aus einem gehäusefesten Kühler (62) des Suchkopfs (4) Kühlgas gegen eine den Matrixdetektor (22) aufweisende und sich relativ zum Kühler (62) um die Rollachse (38) drehende Detektoreinheit (20) gesprüht wird und damit der Matrixdetektor (22) gekühlt wird. 30 35
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** eine Rollrate des Rollrahmens (42) durch einen rollrahmenfest angeordneten Rollsensor (70) erfasst wird und die Rollrate mithilfe der Daten des Rollsenors (70) auf einen gewünschten Rollwert geregelt wird. 40 45
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** mithilfe eines außengehäusefesten Bewegungssensors (92) eine Rollrate des Außengehäuses (58) ermittelt wird, mithilfe des ermittelten Werts ein Rollantrieb (50) angesteuert wird, so dass der Rollrahmen (42) relativ zum Außengehäuse (58) entgegen dessen Rolldrehrichtung rotiert wird, eine verbleibende Rollrate des Rollrahmens (42) mithilfe eines rollrahmenfest angeordneten Rollsenors (70) erfasst wird und die Rollrate mithilfe der Daten auch des Rollsenors (70) auf einen gewünschten Rollwert geregelt wird. 50 55

12. Verfahren nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei der Steuerung der Rollrate auf den gewünschten Rollwert ein Messfehler des Rollsenors (70) in Form einer Drift mithilfe des Bewegungssensors (92) zumindest teilweise erkannt und berücksichtigt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass mithilfe des Rollsenors (70) zusätzlich zur Rollrate des Rollrahmens (42) eine Rollbewegung erfasst wird, die durch eine Verfolgung des Objekts (28) mit der Eingangsoptik (10) erzeugt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Rollantrieb (50) so gesteuert wird, dass mithilfe der zur Verfolgung des Objekts (28) angesteuerten Rollbewegung und der Daten des Rollsenors (70) eine Rollrate des Rollrahmens (42) auf den gewünschten Rollwert geregelt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 14,

dadurch gekennzeichnet,

dass mithilfe von aus einer Abbildung der Objektszene (30) auf den Matrixdetektor (22) gewonnenen Daten eine Rollrate des Rollrahmens (42) auf einen gewünschten Rollwert geregelt wird.

FIG 1

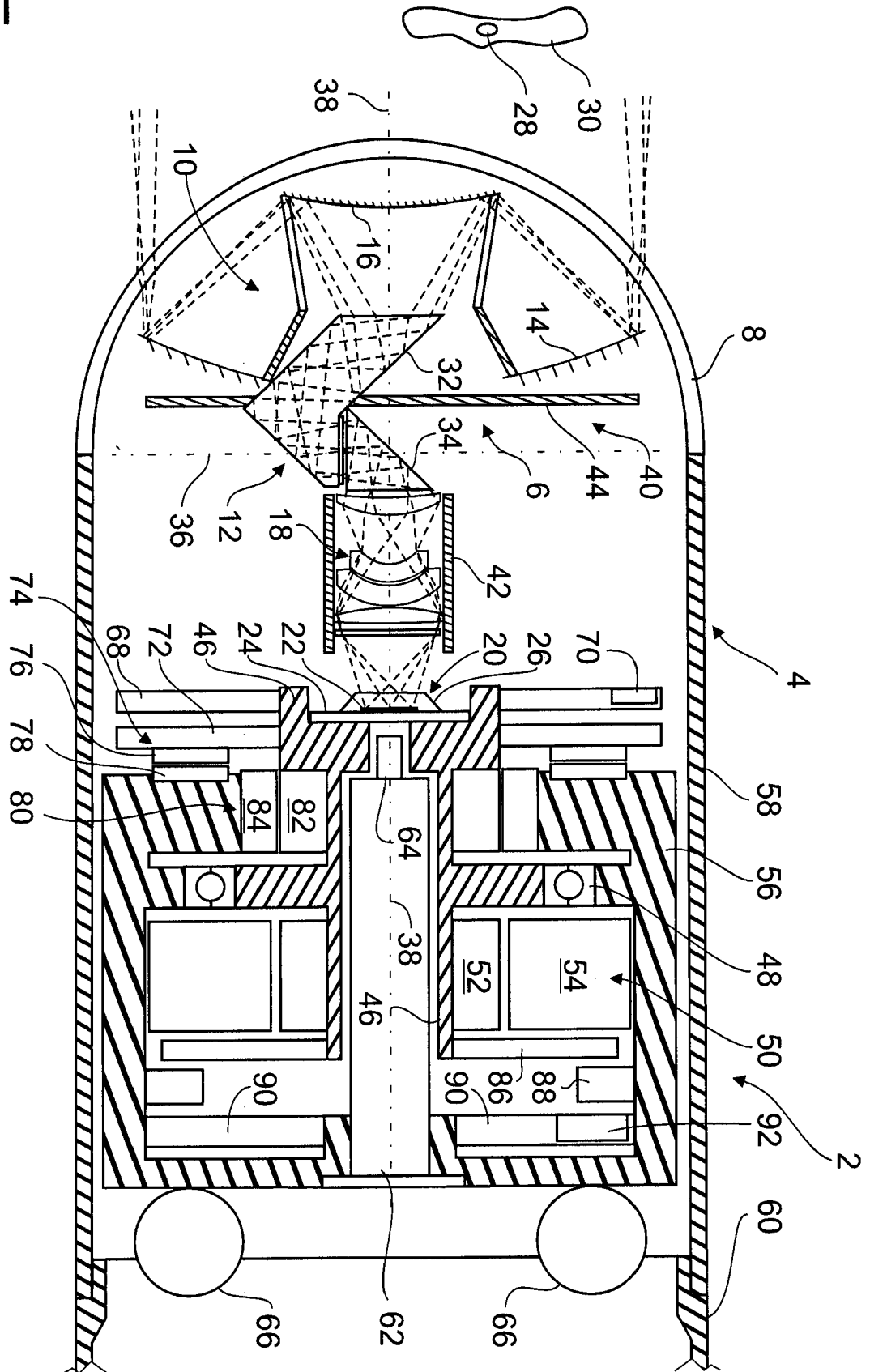
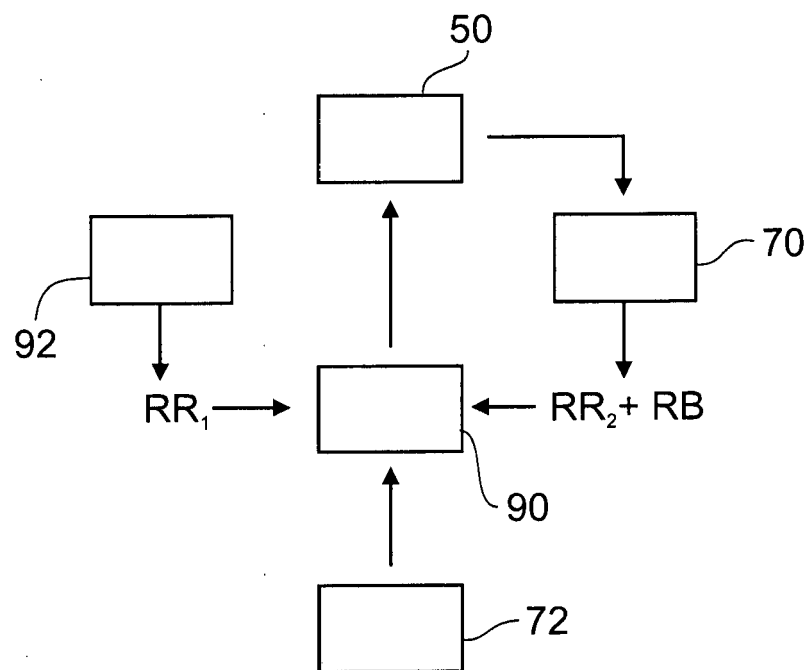


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 00 0016

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2007 030880 A1 (DIEHL BGT DEFENCE GMBH & CO KG [DE]) 8. Januar 2009 (2009-01-08)	1,7,8,15	INV. F41G7/22
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Absatz [0034] - Absatz [0042] *	2-6,9-14	
X	DE 103 13 136 A1 (BODENSEEWERK GERAETETECH [DE]) 7. Oktober 2004 (2004-10-07)	1,7,8,15	
A	* Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Absatz [0020] - Absatz [0027] *	2-6,9-14	
X	DE 10 2007 044766 A1 (DIEHL BGT DEFENCE GMBH & CO KG [DE]) 9. April 2009 (2009-04-09)	1,7,8,15	
A	* Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Absatz [0020] - Absatz [0029] *	2-6,9-14	
Y	DE 43 31 259 C1 (BODENSEEWERK GERAETETECH [DE]) 10. Juli 2003 (2003-07-10)	2,3,6,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	FR 2 830 078 A1 (SAGEM [FR]) 28. März 2003 (2003-03-28)	4	F41G
Y	DE 198 24 899 C1 (LFK GMBH [DE]) 26. August 1999 (1999-08-26)	5,10-14	
	* Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Spalte 3, Zeile 18 - Spalte 4, Zeile 9 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 13. Juni 2016	Prüfer Vial, Antoine
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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 00 0016

5 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
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-06-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102007030880 A1	08-01-2009	KEINE	
15	DE 10313136 A1	07-10-2004	DE 10313136 A1 EP 1608931 A1 WO 2004088237 A1	07-10-2004 28-12-2005 14-10-2004
20	DE 102007044766 A1	09-04-2009	DE 102007044766 A1 EP 2040462 A2	09-04-2009 25-03-2009
25	DE 4331259 C1	10-07-2003	DE 4331259 C1 FR 2846083 A1 GB 2389264 A US 6978965 B1	10-07-2003 23-04-2004 03-12-2003 27-12-2005
30	FR 2830078 A1	28-03-2003	DE 60214407 T2 EP 1432958 A1 FR 2830078 A1 US 2004245370 A1 WO 03027599 A1	10-05-2007 30-06-2004 28-03-2003 09-12-2004 03-04-2003
35	DE 19824899 C1	26-08-1999	DE 19824899 C1 EP 0962740 A1	26-08-1999 08-12-1999
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

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

- DE 102010055493 A1 [0002]