

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. April 2023 (13.04.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2023/057433 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*F24S 50/20* (2018.01) *B64C 39/02* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/077538

(22) Internationales Anmeldedatum:  
04. Oktober 2022 (04.10.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2021 125 807.3  
05. Oktober 2021 (05.10.2021) DE

(71) Anmelder: **FH AACHEN** [DE/DE]; Bayernallee 11,  
52066 Aachen (DE).

(72) Erfinder: **SATTLER, Johannes Christoph**; Burgstr. 86,  
52074 Aachen (DE). **SCHNEIDER, Iesse Peer**; Große  
Rurstr. 69, 52428 Jülich (DE). **HERRMANN, Ulf**; Blu-  
menthalstr. 13, 50670 Köln (DE). **BOURA, Cristiano José**  
**Teixeira**; Leostr. 11, 50823 Köln (DE).

(74) Anwalt: **MICHALSKI HÜTTERMANN & PARTNER**  
**PATENTANWÄLTE MBB**; Kaistraße 16A, 40221 Düs-  
seldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,  
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ,  
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,  
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,  
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,  
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: METHOD FOR ALIGNING A RADIATION-REFLECTING OBJECT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM AUSRICHTEN EINES STRAHLUNG REFLEKTIERENDEN OBJEKTES

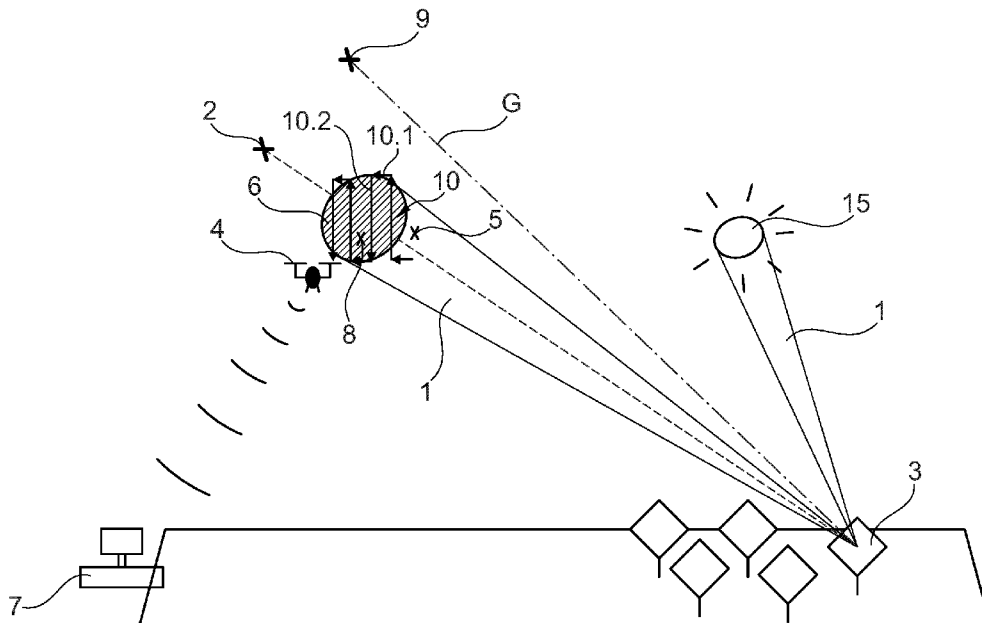


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for aligning at least one object (3) that reflects and/or emits radiation (1) onto a reflection point (2), using at least one unmanned aerial device (4) having a camera for capturing the radiation (1), the method including the following method steps: S1a) arranging the unmanned aerial device (4) at a predetermined reference point (5) and aligning the object (3) such that a radiation region (6) of the radiation (1) at least partially captures the unmanned aerial device (4) or S1b) identifying the radiation region (6) by way of the unmanned aerial device (4) and arranging the unmanned aerial device (4) in the radiation region (6) of the radiation (1), S2) moving the unmanned aerial device (4) within and/or outside of the radiation region (6) and simultaneously recording a plurality of images using the camera, S3) determining a radiation intensity distribution in the radiation region (6) on the



WO 2023/057433 A1

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

---

basis of the recorded images using a computing unit (7), S4) determining a radiation intensity centroid (8) in the radiation region by way of the computing unit (7), and S5) aligning the object (4) in such a way that the radiation intensity centroid (8) is located on a straight line (G) between a target point (9) and the object (4). This makes it possible to ensure a particularly flexible, fast and precise alignment of the object (4).

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ausrichten wenigstens eines Strahlung (1) auf einen Reflexionspunkt (2) reflektierenden und/oder emittierenden Objektes (3) mit wenigstens einer Kamera zum Erfassen der Strahlung (1) aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung (4), mit folgenden Verfahrensschritten: S1a) Anordnen der unbemannten Flugeinrichtung (4) an einem vorbestimmten Referenzpunkt (5) und Ausrichten des Objektes (3), so dass ein Strahlungsbereich (6) der Strahlung (1) die unbemannte Flugeinrichtung (4) zumindest teilweise erfasst oder S1b) Erkennen des Strahlungsbereichs (6) durch die unbemannte Flugeinrichtung (4) und Anordnen der unbemannten Flugeinrichtung (4) in dem Strahlungsbereich (6) der Strahlung (1), S2) Bewegen der unbemannten Flugeinrichtung (4) innerhalb und/oder außerhalb des Strahlungsbereichs (6) und gleichzeitiges Aufnehmen einer Mehrzahl von Bildern mit der Kamera, S3) Bestimmen einer Strahlungsintensitätsverteilung im Strahlungsbereich (6) anhand der aufgenommenen Bilder durch eine Recheneinheit (7), S4) Bestimmen eines Strahlungsintensitätsschwerpunktes (8) des Strahlungsbereichs durch die Recheneinheit (7), und S5) Ausrichten des Objektes (4), so dass der Strahlungsintensitätsschwerpunkt (8) auf einer Geraden (G) zwischen einem Zielpunkt (9) und dem Objekt (4) liegt. Auf diese Weise wird es ermöglicht, eine besonders flexible, schnelle und präzise Ausrichtung des Objekts (4) zu gewährleisten.

## Verfahren zum Ausrichten eines Strahlung reflektierenden Objektes

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ausrichten wenigstens eines Strahlung auf einen Reflexionspunkt reflektierenden und/oder emittierenden Objektes mit wenigstens einer  
5 eine Kamera zum Erfassen der Strahlung aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung.

Objekte, die Strahlung auf einen bestimmten Punkt reflektieren und/oder emittieren sollen, müssen derart ausgerichtet werden, dass die reflektierte und/oder emittierte Strahlung auch auf diesen Punkt trifft. Dies ist beispielsweise bei Solarturmkraftwerken der Fall. Solar-  
10 turmkraftwerke bestehen aus einem Solarturm mit einem Receiver, auf den die Strahlung von einer Vielzahl, nämlich oft mehreren tausenden Heliostaten reflektiert werden soll. Dabei sollen alle Heliostaten möglichst exakt ausgerichtet werden, damit die reflektierte Strahlung gebündelt auf den Receiver trifft.

15 Die einzelnen Heliostaten müssen entsprechend dem Sonnenstand sehr präzise individuell nachgeführt werden, damit die reflektierte Solarstrahlung möglichst entsprechend einer Zielpunktevorgabe auf den Receiver trifft. Abhängig von der Qualität der Nachführ-Mechanik kann es zu größeren Ungenauigkeiten bei der Nachführung kommen, was dazu führt, dass reflektierte Solarstrahlung den Receiver verfehlt und somit ein Teil der vom  
20 Heliostatfeld zur Verfügung gestellten Strahlungsleistung nicht mehr vom Receiver in Wärme umgewandelt werden kann. Dies hat einen Einfluss auf den Gesamtwirkungsgrad des Solarturmkraftwerks und führt zu weniger generierter Wärme- oder Strommenge. Dies wiederum führt zu Gewinnverlusten für den Kraftwerksbetreiber. Üblicherweise werden Heliostaten mithilfe eines Referenzzielpunktes unterhalb des Receivers, auf den sie mit  
25 reflektiertem Sonnenlicht strahlen, nacheinander mehrmals kalibriert, was allerdings aufgrund der großen Anzahl von Heliostaten und dem damit verbundenen hohen zeitlichen Aufwand nur einige Male im Jahr durchgeführt werden kann. Während des Betriebs gibt es daher in der Regel keine Rückmeldung darüber, ob ein einzelner Heliostat seinen Zielpunkt ausreichend genau trifft.

30

Das üblicherweise eingesetzte Messsystem hat jedoch den Nachteil, dass auch für eine Erstkalibrierung des Heliostatfeldes der Solarturm, an dem das Messsystem oder ein Teil des Messsystems wie z.B. ein Kalibriertarget, installiert wird, bereits gebaut sein muss.

Eine Erst-Kalibrierung in einem früheren Stadium des Aufbaus des Solarturmkraftwerks, in dem beispielsweise der Solarturm noch nicht gebaut wurde, ist dann nicht möglich.

5 Davon ausgehend ist es die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Ausrichten von Strahlung reflektierenden und/oder emittierenden Objekten bereitzustellen, mit dem eine flexible, schnelle und präzise Ausrichtung der Objekte möglich ist.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen finden sich in den Unteransprüchen.

10

Erfindungsgemäß ist somit ein Verfahren zum Ausrichten wenigstens einer Strahlung auf einen Reflexionspunkt reflektierenden und/oder emittierenden Objektes mit wenigstens einer Kamera zum Erfassen der Strahlung aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung vorgesehen. Das Verfahren umfasst dabei folgende Verfahrensschritte:

15 S1a) Anordnen der unbemannten Flugeinrichtung an einem vorbestimmten Referenzpunkt und Ausrichten des Objektes, so dass ein Strahlungsbereich der Strahlung die unbemannte Flugeinrichtung zumindest teilweise erfasst oder

S1b) Erkennen des Strahlungsbereichs durch die unbemannte Flugeinrichtung und Anordnen der unbemannten Flugeinrichtung in dem Strahlungsbereich der Strahlung,

20 S2) Bewegen der unbemannten Flugeinrichtung innerhalb und/oder außerhalb des Strahlungsbereichs und gleichzeitiges Aufnehmen einer Mehrzahl von Bildern mit der Kamera,

S3) Bestimmen einer Strahlungsintensitätsverteilung im Strahlungsbereich anhand der aufgenommenen Bilder durch eine Recheneinheit,

25 S4) Bestimmen eines Strahlungsintensitätsschwerpunktes des Strahlungsbereichs durch die Recheneinheit, und

S5) Ausrichten des Objektes, so dass der Strahlungsintensitätsschwerpunkt auf einer Geraden zwischen einem Zielpunkt und dem Objekt liegt.

30 Es ist somit ein maßgeblicher Punkt der Erfindung, dass aufgrund der unbemannten Flugeinrichtung und der Kamera, die in den Strahlengang gebracht wird und eine Mehrzahl von Bildern aufnimmt, eine sehr präzise Erfassung des durchflogenen Strahlungsbereichs er-

möglichst wird, ohne ein aufwendiges Messsystem installieren zu müssen. Anhand der aufgenommenen Bilder können Daten über den vermessenen Strahlungsbereich, insbesondere des daraus resultierenden Brennflecks, gewonnen werden, mittels derer Rückschlüsse auf die Ausrichtung des Objektes gezogen werden können. Darüber kann das Objekt präzise und schnell ausgerichtet werden.

Als unbemannte Flugeinrichtung (englisch unmanned aerial vehicle, UAV) wird vorliegend ein Luftfahrzeug verstanden, das ohne eine an Bord befindliche Besatzung autark durch einen Computer oder vom Boden über eine Fernsteuerung betrieben und navigiert werden kann.

Ist vorliegend die Rede von einem Zielpunkt, ist damit der Soll-Punkt gemeint, auf den die Strahlung in einer Soll-Position des Objektes reflektiert und/oder emittiert werden soll. Der Reflexionspunkt ist der Ist-Punkt, auf den die Strahlung vor der Ausrichtung des Objektes reflektiert und/oder emittiert wird. Der ermittelte Strahlungsintensitätsschwerpunkt liegt zuerst auf einer Geraden zwischen dem Reflexionspunkt und dem Objekt. Durch Ausrichten des Objektes kann der Strahlungsintensitätsschwerpunkt auf eine Gerade zwischen dem Zielpunkt und dem Objekt verschoben werden. Bei einer Kalibrierung im Solarbetrieb erfolgt typischerweise ein Abgleich der Ist-Soll-Ausrichtung des Objektes.

Der Strahlungsbereich ergibt sich durch die Fläche der reflektierten und/oder emittierten Strahlung sowie der Aufweitung und/oder Streuung der reflektierten und/oder emittierten Strahlung. Der Strahlungsbereich ist ein zweidimensionaler Bereich, der in einer Ebene senkrecht zum Strahlengang angeordnet ist und entspricht im Wesentlichen dem Strahlungsquerschnitt. Die Größe des Strahlungsbereichs in einer bestimmten Distanz zum Objekt lässt sich anhand der Strahlaufweitung und der Größe der reflektierenden und/oder emittierenden Oberfläche des Objektes abschätzen.

Die Kamera erfasst Bilder von den Objekten. Anhand der Bilder können Helligkeitsflecken erkannt werden und die Form des Brennflecks bestimmt werden. Für die Ermittlung einer Grob-Ausrichtung eines Objektes mit einer Spiegelfläche kann darüber hinaus die unbemannte Flugeinrichtung, vorzugsweise mittels Bildauswertungssoftware, ein Verfahren zur Erkennung von Spiegelkanten einsetzen.

Anhand der Bilder und der daraus gewonnenen Informationen kann die Strahlungsintensitätsverteilung im Strahlungsbereich bestimmt werden. Ausgehend von der Strahlungsintensitätsverteilung kann ein Strahlungsintensitätsschwerpunkt ermittelt werden. Der Strahlungsintensitätsschwerpunkt kann geometrischer oder realer Strahlungsintensitätsschwerpunkt sein.

In der Realität sind Brennflecken nicht homogen, sondern unförmig und weisen eine nicht homogene Strahlungsintensitätsverteilung auf. Spiegelfehler, wie beispielsweise die Welligkeit einer Spiegeloberfläche, sowie eine schlechte Fokussierung beeinflussen die Brennfleckform und die Verteilung der Strahlungsintensität bzw. die Strahlungsflussdichte. Der geometrische Schwerpunkt eines Brennflecks sowie der reale Strahlungsintensitätsschwerpunkt sind also in der Regel nicht identisch. Beim Verfahren zum Ausrichten des Objektes können sowohl der reale Strahlungsintensitätsschwerpunkt, als auch der reale geometrische Schwerpunkt mittels Bildauswertungssoftware berechnet werden. Es ergeben sich also zwei verschiedene Möglichkeiten, einen Strahlungsintensitätsschwerpunkt im Rahmen der Erfindung zu ermitteln.

Die Gesamtstrahlungsflussdichteverteilung beeinflusst die Effizienz des Receivers und definiert damit einen Faktor für die Qualität des Feldes. Die Informationen der realen Intensitätsverteilung können daher dazu verwendet werden, um den Einfluss auf die Gesamtstrahlungsflussdichteverteilung auf der Zielfläche, wie beispielsweise auf dem Receiver oder Target eines Solarturms, im Betrieb zu bewerten.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung erfolgt das Bewegen der unbemannten Flugeinrichtung in einem vorbestimmten Muster. Unter „vorbestimmtes Muster“ wird vorliegend eine Flugroute verstanden, die entweder vor dem Messprozess bestimmt wird oder in Echtzeit während des Messprozesses ermittelt wird und sich z.B. aus der Form und Größe des Strahlungsbereichs ergibt. Beim Durchfliegen des Strahlungsbereichs entlang der vorbestimmten Flugroute sind die Positionskoordinaten der unbemannten Flugeinrichtung bekannt, sodass die aus den aufgenommenen Bildern gewonnenen Daten mit den Positionsinformationen der unbemannten Flugeinrichtung während der Aufnahme eines jeden Bildes kombiniert werden können.

Die Länge und/oder die Richtung der Bewegungen des Musters muss dabei nicht zwangsläufig vorgegeben sein. Das vorbestimmte Muster kann auch lediglich durch die Vorgabe definiert sein, dass der Strahlungsbereich x-förmig, spiralförmig, diagonal, horizontal, vertikal und/oder in sonstiger Weise durchflogen werden soll. Eine exakte Maßangabe der jeweiligen Strecken, die die unbemannte Flugeinrichtung zurücklegen soll, ist nicht zwangsläufig nötig, jedoch im Rahmen der Erfindung möglich.

Das vorbestimmte Muster umfasst gemäß einer bevorzugten Weiterbildung eine Abfolge von Bewegungen in horizontaler und/oder vertikaler Richtung. Dabei führt vorzugsweise eine abwechselnde Aneinanderreihung einer horizontalen Bewegung an eine vertikale Bewegung dazu, dass der Strahlungsbereich systematisch abgetastet werden kann. Das Muster kann jedoch auch überwiegend vertikale Bewegungen oder überwiegend horizontale Bewegungen vorsehen. Bei einem Muster, das im Wesentlichen vertikale Bewegungen umfasst, bewegt sich die unbemannte Flugeinrichtung auf- und abwärts während der Strahlungsbereich durch die Auf- und Abwärtsbewegung der unbemannten Flugeinrichtung auf Grund des sich verändernden Sonnenstandes hindurch wandert. Bei einem Muster, das im Wesentlichen horizontale Bewegungen umfasst, bewegt sich die unbemannte Flugeinrichtung vorzugsweise entlang parallel zueinander orientierter Horizontalachsen, sodass auch über überwiegend horizontalen Bewegungen ein 2-dimensionaler Bereich abgetastet werden kann. Ein 2-dimensionaler Bereich kann ebenso über überwiegend vertikale Bewegung der unbemannten Flugeinrichtung abgetastet werden.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst das Verfahren folgende dem Schritt S2) vorgelagerte Verfahrensschritte:

- S6) Ermitteln eines ersten Randpunktes und eines zweiten, dem ersten Randpunkt gegenüberliegenden Randpunktes des Strahlungsbereichs durch Bewegen der unbemannten Flugeinrichtung entlang einer horizontalen Achse durch den Strahlungsbereich,
- S7) Bestimmen einer mittig zwischen den zwei ermittelten Randpunkten gelegenen vertikal verlaufenden Mittelachse,
- S8) Bewegen der unbemannten Flugeinrichtung entlang der Mittelachse bis zu einem unteren Randpunkt des Strahlungsbereichs,

S9) Bewegen der unbemannten Flugeinrichtung zu einem Schnittpunkt zwischen einer ersten zu der Mittelachse parallelen und durch einen der zwei seitlichen Randpunkte verlaufenden Achse und einer zweiten zu der horizontalen Achse parallelen und durch den unteren Randpunkt verlaufenden Achse.

5

Die unbemannte Flugeinrichtung fliegt dabei z.B. horizontal zum linken und anschließend zum rechten Rand des Strahlungsquerschnitts oder umgekehrt, um dessen vertikale Mittelachse zu berechnen. Anschließend fliegt die unbemannte Flugeinrichtung zurück zur Mittelachse und an dieser entlang vertikal nach unten, bis es die unterste Randkoordinate des Strahlungsquerschnittes erreicht. Von dieser Position aus fliegt die unbemannte Flugeinrichtung horizontal von der reflektierten Solarstrahlung weg und zwar in die Richtung, in die sich die reflektierte Solarstrahlung bei fix ausgerichtetem Heliostaten mit dem Sonnenstand bewegt. Auf diese Weise kann der Strahlungsbereich vermessen werden. Dies ist insbesondere dann notwendig, wenn das Objekt beliebig ausgerichtet und die unbemannte Flugeinrichtung zumindest teilweise in den Strahlungsbereich hinein bewegt wird. Wie bereits erläutert, kann die Größe des Strahlungsbereichs anhand der Distanz zum Objekt und der Strahlungsaufweitung abgeschätzt werden, sodass neben der Lage des unteren Randes des Strahlungsbereichs im 3-dimensionalen Raum auch die Lage des oberen Randes ungefähr bekannt ist. Die unbemannte Flugeinrichtung beginnt kurz hinter dem seitlichen Rand des Strahlungsbereichs mit dem Abfliegen des Musters. Das Flugmuster wird dann vorzugsweise auf die Abmessung des Strahlungsbereichs abgestimmt.

Grundsätzlich ist es möglich, die Strahlungsintensitätsverteilung und/oder den Strahlungsintensitätsschwerpunkt und/oder den geometrischen Schwerpunkt zu jedem beliebigen Zeitpunkt zu bestimmen sofern das Objekt zu diesem Zeitpunkt Strahlung reflektiert und/oder emittiert. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung erfolgt das Bestimmen der Strahlungsintensitätsverteilung und/oder des Strahlungsintensitätsschwerpunktes und/oder des geometrischen Schwerpunkts durch die Recheneinheit in Echtzeit. Während die Kamera der unbemannten Flugeinrichtung den Strahlungsbereich an vielen verschiedenen Stellen erfasst, erfolgt eine Echtzeit-Bildauswertung, mit der unter Berücksichtigung der Positionsinformationen der unbemannten Flugeinrichtung sowohl die Form und die 3-dimensionale Lage des Strahlungsbereichs als auch die Strahlungsintensitätsver-

30

teilung berechnet werden kann. Anhand der Form, Lage und Strahlungsintensitätsverteilung des Strahlungsbereichs lassen sich in Echtzeit die 3D-Koordinaten des Strahlungsintensitätsschwerpunktes berechnen.

5 Als Objekt kann grundsätzlich im Rahmen der Erfindung jedes Objekt verstanden werden, das Strahlung reflektieren und/oder emittieren kann. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung, umfasst das Objekt jedoch einen Heliostaten und die Strahlung Solarstrahlung. Als Strahlung werden vorzugsweise elektromagnetische Wellen mit Wellenlängen im Bereich von 100 nm bis 1 mm verstanden.

10

Der Heliostat weist vorzugsweise eine Spiegelfläche zum Reflektieren der von der Sonne emittierte Sonnen- bzw. Solarstrahlung auf. Ferner kann der Heliostat vorzugsweise mehrere Spiegelfacetten aufweisen, die in Summe die Spiegelfläche darstellen und alle einzeln vermessen werden können. Bezogen auf die Gesamtausrichtung des Heliostaten wird die  
15 mittlere Ausrichtung aller Spiegelfacetten berücksichtigt.

20

Aus den vorzugsweise in Echtzeit berechneten 3D-Koordinaten des Strahlungsintensitätsschwerpunktes sowie aus der Position der Sonne zum Messzeitpunkt kann ein Spiegel-Normalenvektor berechnet werden. Als Spiegel-Normalenvektor wird der Vektor senkrecht zur Spiegelfläche verstanden. Der Messzeitpunkt ist vorzugsweise der Zeitpunkt, zu dem die reflektierte Solarstrahlung sich gerade vollständig durch die Fluglinie der unbemannten Flugeinrichtung bewegt hat.

25

Zur Berechnung des Spiegel-Normalenvektors wird in einem ersten Schritt aus den bekannten Koordinaten des Heliostaten und dem gemessenen Strahlungsintensitätsschwerpunktes der Vektor der reflektierten Strahlung  $\vec{r}$  berechnet. Anschließend wird aus dem Sonnenstand, der sich aus dem Elevationswinkel und dem Azimutwinkel der Sonne ergibt, ein Vektor  $\vec{s}$  von den Heliostatkoordinaten in Richtung der einfallenden Sonneneinstrahlung aufgespannt, der die gleiche Länge hat wie  $\vec{r}$ . Der Normalenvektor  $\vec{n}$  ist der Vektor,  
30 der genau mittig zwischen dem Vektor der einfallenden Strahlung  $\vec{s}$  und dem Vektor der reflektierenden Strahlung  $\vec{r}$  liegt und berechnet sich über die nachfolgende Formel:

$$\vec{n} = \frac{\vec{s} + \vec{r}}{2}$$

Der Spiegel-Normalenvektor  $\vec{n}$  gibt die Ausrichtung des Heliostaten an. Unmittelbar nach der Echtzeitauswertung kann die Ausrichtung des Heliostaten korrigiert werden, wenn die Ist-Position nicht der Soll-Position entspricht, also der Reflexionspunkt ungleich dem Zielpunkt ist. Zu diesem Zeitpunkt ist die Form und die Strahlungsintensitätsverteilung des gesamten Strahlungsbereichs bekannt.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst die unbemannte Flugeinrichtung eine Mehrzahl von unbemannten Flugeinrichtungen, die in einer vertikalen und/oder horizontalen Reihe in vorzugsweise äquidistanten Abständen zueinander angeordnet sind. Der Strahlungsbereich wird demnach nicht nur von einer unbemannten Flugeinrichtung, sondern von mehreren unbemannten Flugeinrichtungen mit je wenigstens einer Kamera durchflogen. Die mehreren unbemannten Flugeinrichtungen sind in einem vertikalen und/oder horizontalen Array angeordnet. Während der Bewegung der Mehrzahl von unbemannten Flugeinrichtungen bleiben die Abstände der unbemannten Flugeinrichtungen vorzugsweise zueinander gleich. Die Aufnahme der Bilder mit den mehreren Kameras erfolgt vorzugsweise zeitsynchron.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst die unbemannte Flugeinrichtung eine Mehrzahl von unbemannten Flugeinrichtungen mit je wenigstens einer Kamera, die in einer Matrix mit n Zeilen und m Spalten angeordnet sind, wobei die unbemannten Flugeinrichtung in den n Zeilen und/oder in den m Spalten vorzugsweise äquidistant zueinander angeordnet sind. Während der Bewegung der Matrix aus unbemannten Flugeinrichtungen bleiben die Abstände der unbemannten Flugeinrichtungen zueinander gleich. Es wird folglich die gesamte Matrix als eine Einheit bewegt. Die Aufnahme der Bilder erfolgt vorzugsweise zeitsynchron. Dabei sind n und m vorzugsweise so gewählt, dass der Strahlungsbereich vollständig abgedeckt werden kann. In diesem Fall ist es nicht zwingend notwendig, dass die Matrix innerhalb des Strahlungsbereichs bewegt wird, da der Strahlungsbereich von der Matrix vollständig erfasst werden kann. Das vorbestimmte Muster umfasst in diesem Fall eine Ausrichtung der Matrix, so dass der Strahlungsbereich

vollständig erfasst wird, und ein Stillhalten der Matrix während die Bilder aufgenommen werden.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst der Strahlungsbereich eine  
5 Mehrzahl von Strahlungsbereichen von mehreren Objekten. Es können mehrere Strahlungsbereich gleichzeitig und/oder sequentiell vermessen und mehrere Strahlungsintensitätsschwerpunkte ermittelt werden. Dabei ist die Anzahl der Strahlungsbereiche, die gleichzeitig vermessen werden, und/oder der Abstand der unbemannten Flugeinrichtung zu der Mehrzahl an Objekten vorzugsweise derart zu limitieren, dass die unbemannte Flug-  
10 einrichtung nicht in einen Bereich mit zu hoher Konzentration der gebündelten Strahlung geflogen wird und dass weder die Kamera noch die unbemannte Flugeinrichtung beschädigt werden.

Das Muster wird in diesem Fall vorzugsweise innerhalb des gesamten Strahlungsbereiches,  
15 also innerhalb der Summe der mehreren Strahlungsbereiche, ausgeführt. Die unbemannte Flugeinrichtung durchfliegt beispielsweise in einer horizontalen Bewegung eine Mehrzahl von Strahlungsbereichen bevor sie die Mehrzahl von Strahlungsbereichen in einer vertikalen Bewegung durchfliegt.

20 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst das Verfahren folgenden weiteren Verfahrensschritt:

S10) Bestimmen einer Spiegelreflektivität des Objektes anhand der aufgenommenen Bilder durch die Recheneinheit.

25 Die Spiegelreflektivität ist ein Maß für den Anteil reflektierter gerichteter Strahlung zu der gesamten einfallenden gerichteten Strahlung. Über die Spiegelreflektivität kann die Effizienz der Reflexion bestimmt werden.

Die Schritte zum Ausrichten der Objekte bzw. der Heliostaten werden vorzugsweise in  
30 einem regelmäßigen oder unregelmäßigen Zeitrhythmus, besonders bevorzugt alle 15 s bis 120 s oder kleineren oder größeren Zeitrhythmen oder nach Bedarf wiederholt. Das Ver-

fahren kann daher nicht nur zur Erst-Kalibrierung, sondern auch während des Betriebs eingesetzt werden, um in regelmäßigen Zeitabständen die Ausrichtung der Objekte zu überprüfen.

- 5 Den Kameras ist vorzugsweise zum Abschwächen der die Kameras erreichenden Strahlung und deren Strahlungsintensität je ein Filtersystem vorgeschaltet, das vorzugsweise aus einem einzelnen Neutralsichtfilter besteht. Ein Neutralsichtfilter erzeugt eine gleichmäßige Abdunklung des Bildes. Neutralsichtfilter sind homogen neutralgrau eingefärbt, so dass die Farbwiedergabe nicht verfälscht wird.

10

Erfindungsgemäß wird weiterhin ein Verfahren zum Ausrichten wenigstens einer Strahlung auf einen Reflexionspunkt reflektierenden und/oder emittierenden Objektes mittels wenigstens einer reflektierenden Oberfläche aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung und einer Kamera aufweisenden Kameraanordnung zum Erfassen von von der unbemannten Flugeinrichtung reflektierter Strahlung bereitgestellt, wobei das Verfahren

15 folgende Verfahrensschritte aufweist:

S1') Anordnen der unbemannten Flugeinrichtung an einem Zielpunkt,

S2') Ausrichten der Kameraanordnung, so dass die Kameraanordnung die unbemannte Flugeinrichtung erfasst,

- 20 S3') Ausrichten des Objektes, so dass ein Strahlungsbereich der Strahlung die unbemannte Flugeinrichtung zumindest teilweise erfasst und die unbemannte Flugeinrichtung die Strahlung auf die Kameraanordnung reflektiert.

Die Kamera befindet sich bei dieser Ausgestaltung weiterhin am Ende des Strahlengangs, jedoch nicht an der unbemannten Flugeinrichtung, sondern z.B. am Boden. Die unbemannte Flugeinrichtung wird in einer gewissen Distanz und Höhe zum Objekt in einer definierten 3D-Koordinate positioniert. Die Kameraanordnung wird so ausgerichtet, dass die Kamera die unbemannte Flugeinrichtung erfasst. Anschließend wird das Objekt solange ausgerichtet, bis die reflektierte und/oder emittierte Strahlung die unbemannte Flugeinrichtung erfasst. Die Kamera erkennt dann wenigstens die Grobausrichtung des Objektes anhand der Reflexionen der Strahlung auf der unbemannten Flugeinrichtung.

25

30

Die Kamera und das Objekt sind vorzugsweise beide am Boden platziert. Dies ermöglicht einen einfachen Aufbau, da die Kameras in einfacher Weise am Boden platziert und installiert werden können.

- 5 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst die Kameraanordnung eine Mehrzahl von Kameras zum Erfassen der Strahlung. Auf diese Weise wird es ermöglicht, auch einen am Boden aufgeweiteten Strahl, der von der unbemannten Flugeinrichtung reflektiert wird, vollständig erfassen zu können.
- 10 Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen weiter im Detail erläutert.

In den Zeichnungen zeigen

- 15 Fig. 1 schematisch eine Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens zum Ausrichten eines Objektes mit einer Kamera aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung,
- 20 Fig. 2 schematisch eine Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens zum Ausrichten eines Objektes mit einer Kamera aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung,
- 25 Fig. 3 schematisch eine Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens zum Ausrichten eines Objektes mit einer Kamera aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung,
- 30 Fig. 4a schematisch eine Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens zum Ausrichten eines Objektes mit einer Kamera aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung,

- Fig. 4b schematisch eine Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens zum Ausrichten eines Objektes mit einer Kamera aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung,  
5
- Fig. 5 schematisch eine Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens zum Ausrichten eines Objektes mit einer Spiegel aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung,  
10
- Fig. 6 schematisch ein Verfahren zum Ausrichten eines Objektes mit einer Kamera aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung,  
15
- Fig. 7 schematisch ein Verfahren zum Ausrichten eines Objektes mit einer Kamera aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung,  
20
- Fig. 8 schematisch ein Verfahren zum Ausrichten eines Objektes mit einer Spiegel aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung.
- 25 Aus Fig. 1 ist schematisch eine Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens zum Ausrichten eines Objektes mit einer Kamera aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung ersichtlich. Fig. 1 zeigt ein Objektfeld mit mehreren Objekten 3. In dieser Ausführungsvariante handelt es sich bei den Objekten 3 um Heliostaten. Die Sonne 15 emittiert Strahlung 1. Die Strahlung 1 trifft auf das Objekt 3 und wird auf einen Reflexionspunkt 2 reflektiert.  
30 Das Objekt 3 ist nicht optimal ausgerichtet, da die Strahlung nicht auf den Zielpunkt 9 reflektiert wird. Eine unbemannte Flugeinrichtung 4, hier in Form einer Drohne, umfasst eine hier nicht dargestellte Kamera, die zum Erfassen der Strahlung in Form von Bildaufnahmen geeignet ist. Die unbemannte Flugeinrichtung 4 wird in einen Strahlungsbereich

6 der Strahlung 1 bewegt oder es wird das Objekt 3 so ausgerichtet, dass die unbemannte Flugeinrichtung 4 den Strahlungsbereich 6 erfasst. Die unbemannte Flugeinrichtung 4 durchfliegt den Strahlungsbereich 6 in einem vorbestimmten Muster 10. Das Muster ergibt sich durch eine abwechselnde Abfolge von horizontalen Bewegungen 10.1 und vertikalen  
5 Bewegungen 10.2. Über diese Bewegungen 10.1, 10.2 kann der Strahlungsbereich 6 abgetastet werden. Während sich die unbemannte Flugeinrichtung 4 durch den Strahlungsbereich 6 bewegt werden von der Kamera Bilder aufgenommen, die an eine Recheneinheit 7 gesendet werden. Die Recheneinheit 7 wertet die Bilder vorzugsweise in Echtzeit aus, so dass die Bilder bereits ausgewertet werden, während die unbemannte Flugeinrichtung 4  
10 noch fliegt.

Über eine Bildauswertesoftware können die Bilder ausgewertet werden. Die gewonnenen Daten umfassen vor allem die Form und die Größe des aufgenommenen Brennflecks. Anhand der Bilder kann für den vermessenen Strahlungsbereich 6 eine Strahlungsintensitäts-  
15 verteilung ermittelt werden. Es kann demnach ermittelt werden an welchen Stellen innerhalb des Strahlungsbereichs die Strahlungsintensität hoch und an welchen Stellen die Strahlungsintensität niedrig ist. Davon ausgehend wird ein Strahlungsintensitätsschwerpunkt 8 ermittelt. Der Strahlungsintensitätsschwerpunkt 8 ist der Punkt, der im Idealfall auf den Zielpunkt 9 reflektiert wird, da in diesem Punkt die Strahlung am intensivsten und  
20 somit die Energie am höchsten ist.

Dadurch, dass während der Aufnahme der Bilder die 3D-Koordinate der unbemannten Flugeinrichtung 4 sowie der Sonnenstand bekannt ist, kann die Ausrichtung des Objektes 3 bestimmt und derart angepasst werden, dass der Strahlungsintensitätsschwerpunkt 8 auf  
25 einer Geraden G zwischen dem Zielpunkt 9 und dem Objekt liegt. Wird der Strahlungsintensitätsschwerpunkt 8 auf die Gerade G durch Ausrichten des Objektes 3 verschoben, trifft genau der Punkt, in dem die Strahlung 1 am intensivsten bzw. am energiereichsten ist, auf den gewünschten Zielpunkt 9.

30 Der Zielpunkt 9 kann dabei frei gewählt werden. Zum Ausrichten eines Heliostaten in einem Heliostatfeld kann der Zielpunkt 9 beispielsweise so gewählt werden, dass die He-

liostaten bereits vor dem Bau eines Solarturms auf die zukünftige Position z.B. des Receivers des Solarturms ausgerichtet werden. Somit ist eine Erst-Kalibrierung der Heliostaten bereits ohne Solarturm möglich.

5 Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform und unterscheidet sich zu Fig. 1 durch das Flugmuster 10 der unbemannten Flugeinrichtung 4. Das Objekt 3 wurde willkürlich ausgerichtet und die unbemannte Flugeinrichtung 4 in den Strahlungsbereich 6 hinein bewegt. Zum Ausmessen des Strahlungsbereichs 6 werden zuerst die Randpunkte 11, 12, 13 des Strahlungsbereichs 6 ermittelt. Durch Bewegen der unbemannten Flugeinrichtung 4 entlang einer horizontalen Achse H und gleichzeitiger Aufnahme und Auswertung von Bildern, können die seitlichen Randpunkte 11, 12 bestimmt werden. Ausgehend von den zwei Randpunkten 11, 12 kann eine vertikale Mittelachse V, die zwischen den Randpunkten 11, 12 mit einem gleichen Abstand zum ersten Randpunkt 11 sowie zum zweiten Randpunkt 12 liegt, bestimmt werden. Auf dieser vertikalen Mittelachse V fliegt die unbemannte Flugeinrichtung 4 entlang bis ein unterer Randpunkt 13 ermittelt wurde. Somit werden die äußeren seitlichen Randpunkte 11, 12 sowie der untere Randpunkt 13 erkannt. Ausgehend vom unteren Randpunkt 13 bewegt sich die unbemannte Flugeinrichtung 4 zu einem Schnittpunkt 14 zwischen einer zu der Horizontalen H parallel und durch den unteren Randpunkt 13 verlaufenden Parallelen und einer zu der vertikalen Mittelachse V parallel und durch den ersten Randpunkt 11 verlaufenden Parallelen. Mit anderen Worten bewegt sich die unbemannte Flugeinrichtung 4 zu einem der unten seitlichen Ecke eines Rechtecks, das den Strahlungsbereich 6 umschließt. Dieser Schnittpunkt 14 ist der Startpunkt für das Flugmuster 10.

25 In der Fig. 2 wird ein Flugmuster 10 gezeigt, das lediglich aus einer Auf- und Abwärtsbewegung besteht. Eine horizontale Bewegung ist nicht erforderlich, da sich der Strahlungsbereich auf Grund des sich verändernden Sonnenstandes durch die Auf- und Abwärtsbewegung der unbemannten Flugeinrichtung 4 bewegt und somit vollständig erfasst werden kann.

30

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform und unterscheidet sich zu Fig. 1 bzw. zu Fig. 2 dadurch, dass mehrere unbemannte Flugeinrichtungen 4A, 4B, 4C, 4D in einer Matrix 16

angeordnet sind. Die Matrix 16 wird als eine Einheit bewegt, sodass die Abstände der unbemannten Flugeinrichtungen 4A, 4B, 4C, 4D nicht nur gleich sind, sondern auch während der Bewegung gleich bleiben. Die Matrix 16 wird als Ganzes in den Strahlungsbereich 6 bewegt. Die Matrix ist derart dimensioniert, dass der Strahlungsbereich 6 vollständig erfasst werden kann, ohne dass eine Bewegung in vertikaler oder horizontaler Richtung beim Messvorgang erforderlich ist. Alternativ dazu können weniger unbemannte Flugeinrichtungen in einem Array angeordnet werden. Je nachdem ob die Anordnung vertikal oder horizontal verläuft, kann eine horizontale oder vertikale Bewegung des Arrays erforderlich sein, um den Strahlungsbereich 6 vollständig erfassen zu können.

10

Die unbemannten Flugeinrichtungen 4A, 4B, 4C, 4D nehmen zeitsynchron oder nahezu zeitsynchron Bilder des Objektes 3 auf, die an die Recheneinheit 7 übermittelt und von derselbigen ausgewertet werden.

15 Die Figuren 4a und 4b zeigen jeweils eine weitere Ausführungsform und unterscheiden sich zu den vorherigen Figuren dadurch, dass mehrere Objekte während des Betriebs in einem Solarturmkraftwerk mit einem Solarturm 18 gleichzeitig ausgerichtet werden. Beim gleichzeitigen Ausrichten von mehreren Objekten 3A, 3B, 3C, 3D ist darauf zu achten, dass die unbemannte Flugeinrichtung 4 nicht in einen Bereich mit einer zu hohen Strahlungskonzentration 17 geflogen wird. In diesem Bereich 17, der sich üblicherweise kurz vor dem Receiver des Solarturms 18 befindet, wird die Strahlung 1 von mehreren Objekten 3A, 3B, 3C, 3D gebündelt, sodass sehr hohe Strahlungsintensitäten entstehen, die die unbemannte Flugeinrichtung 4 und/oder die Kameratechnik beschädigen können. Daher wird die unbemannte Flugeinrichtung 4 in einer Distanz zu den Objekten 3A, 3B, 3C angeordnet, in denen sich die Strahlungsbereiche 6A, 6B, 6C, 6D noch nicht bzw. bei nicht zu hoher Strahlungsflussintensität überlagern. Die unbemannte Flugeinrichtung 4 durchfliegt die Strahlungsbereiche 6A, 6B, 6C, 6D nacheinander in einem Flugmuster 10.

30 In Fig. 4a umfasst das Flugmuster 10 eine Abfolge von vertikalen und horizontalen Bewegungen. Die unbemannte Flugeinrichtung 4 durchfliegt beispielsweise zuerst in einer ersten horizontalen Bewegung 10.1 die mehreren Strahlungsbereiche 6A, 6B, 6C und durchfliegt dann die mehreren Strahlungsbereiche 6A, 6B, 6C in einer vertikalen Bewegung 10.2. Ebenso ist es möglich, dass die unbemannte Flugeinrichtung überwiegend nur die

horizontale Bewegung 10.1 oder die vertikalen Bewegung 10.2 für die Messungen durchfliegt. In Fig. 4b umfasst das Flugmuster 10 lediglich horizontale Bewegungen für den Messvorgang. Die unbemannte Flugeinrichtung 4 durchfliegt beispielsweise zuerst in einer ersten horizontalen Bewegung die mehreren Strahlungsbereiche 6A, 6B, 6C, 6D und durchfliegt dann die mehreren Strahlungsbereiche 6A, 6B, 6C, 6D in einer zweiten zu der ersten senkrecht verlaufenden horizontalen Bewegung. Auf diese Weise können mehrere Objekte 3A, 3B, 3C, 3D oder ein ganzes Objektfeld erfasst und ausgerichtet werden.

Fig. 5 zeigt eine alternative Ausführungsvariante mit einer Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens zum Ausrichten eines Objektes 3 mit einer eine reflektierende Oberfläche aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung 4. Die unbemannten Flugeinrichtungen 4A', 4B', 4C', 4D' weisen keine Kamera, sondern jeweils wenigstens eine reflektierende Oberfläche auf. Über die reflektierende Oberfläche wird die Strahlung auf die am Erdboden 21 angeordnete Kameraanordnung 19 reflektiert. Die Kameraanordnung kann lediglich eine, oder wie hier gezeigt mehrere Kameras 20A, 20B, 20C, 20D umfassen. Das Objekt 3 wird auf die unbemannte Flugeinrichtung 4' oder, wie hier gezeigt, auf mehrere unbemannte Flugeinrichtungen 4A', 4B', 4C', 4D', die in einem horizontalen Array angeordnet sind, ausgerichtet. Ob das Objekt 3 die unbemannten Flugeinrichtungen 4A', 4B', 4C', 4D' erfassen, kann über die Reflexion auf die Kameraanordnung 19 überprüft werden. Reflektieren die unbemannten Flugeinrichtungen 4A', 4B', 4C', 4D' die Strahlung 1 auf die Kameraanordnung, ist das Objekt 3 korrekt ausgerichtet. Auch bei dieser Anordnung können im Rahmen der Erfindung eine oder mehrere unbemannte Flugeinrichtungen 4A', 4B', 4C', 4D' und eine oder mehrere Kameras „20A, 20B, 20C, 20D zum Einsatz kommen.

Fig. 6 zeigt ein Verfahren zum Ausrichten eines Objektes 3 mit einer unbemannten Flugeinrichtung 4, die eine Kamera aufweist. Zuerst muss sich die unbemannte Flugeinrichtung 4 in dem Strahlungsbereich 6 der Strahlung 1 befinden. Das kann entweder erfolgen, indem die unbemannte Flugeinrichtung an einem vorbestimmten Referenzpunkt 5 angeordnet wird und das Objekt 3 grob auf die unbemannte Flugeinrichtung 4 bzw. auf den Referenzpunkt 5 ausgerichtet wird S1a, oder indem die unbemannte Flugeinrichtung 4 den Strahlungsbereich automatisch erkennt und sich in den Strahlungsbereich 6 hinein bewegt S1b.

In einem nächsten Schritt bewegt sich die unbemannte Flugeinrichtung 4 innerhalb und/oder außerhalb des Strahlungsbereichs und nimmt gleichzeitig mit der Kamera Bilder von dem Objekt 3 auf S2. Anschließend werden über eine Recheneinheit 7 die Bilder ausgewertet, sodass eine Strahlungsintensitätsverteilung ermittelt wird S3. Ausgehend von der Strahlungsintensitätsverteilung wird ein Strahlungsintensitätsschwerpunkt 8 ermittelt S4. Mit den neu gewonnen Informationen wird das Objekt dann neu ausgerichtet, sodass der Strahlungsintensitätsschwerpunkt 8 auf einer Geraden G zwischen dem Zielpunkt 9 und dem Objekt 3 liegt S5.

Fig. 7 zeigt weitere Schritte, die ergänzt werden können. Muss der Strahlungsbereich 6 zuerst vermessen werden, bevor die unbemannte Flugeinrichtung 4 mit dem Flugmuster 10 beginnen kann. Dazu fliegt die unbemannte Flugeinrichtung in horizontaler Richtung, um einen linken Randpunkt 11 und einen rechten Randpunkt 12 des Strahlungsquerschnitts S6, und daraus die vertikale Mittelachse V zu bestimmen S7. Anschließend fliegt die unbemannte Flugeinrichtung zurück zur Mittelachse V und an dieser entlang vertikal nach unten, bis der untere Randpunkt 13 des Strahlungsbereichs ermittelt werden kann S8. Von dieser Position aus fliegt die unbemannte Flugeinrichtung zu dem Schnittpunkt 14 S9, von dem aus die unbemannte Flugeinrichtung 4 die Bewegungen innerhalb und/oder außerhalb des Strahlungsbereichs 6 startet S2.

20

Als ergänzenden Schritt kann anhand der aufgenommenen Bilder eine Spiegelreflektivität ermittelt werden S10, die eine Angabe über die reflektierte Strahlung macht.

Fig. 8 zeigt ein Verfahren zum Ausrichten eines Objektes 3 mit einer unbemannten Flugeinrichtung 4, die eine reflektierende Oberfläche aufweist. Zuerst wird die unbemannte Flugeinrichtung 4 an einem Zielpunkt 9 angeordnet S1'. Danach wird die Kameraanordnung 19 derart ausgerichtet, dass die unbemannte Flugeinrichtung 4 von der Kameraanordnung 19 erfasst wird S2'. Anschließend wird das Objekt 3 grob auf die unbemannte Flugeinrichtung 4, die sich am Zielpunkt 9 befindet, ausgerichtet S3'. Wenn das Objekt 3 korrekt ausgerichtet ist, reflektiert die unbemannte Flugeinrichtung die Strahlung auf die Kameraanordnung 19, die die Strahlung 1 erfasst.

30

Die dieser Patentanmeldung zu Grunde liegende Erfindung entstand im Rahmen des Projekts **H2Loop**, welches vom EFRE (Europäischer Fonds für regionale Entwicklung) gefördert wurde.

## Bezugszeichenliste

	1	Strahlung
	2	Reflexionspunkt
5	3, 3A, 3B, 3C, 3D	Objekt
	4, 4A, 4B, 4C, 4D	unbemannte Flugeinrichtung mit Kamera
	4', 4A', 4B', 4C', 4D'	unbemannte Flugeinrichtung mit reflektierender Oberfläche
	5	Referenzpunkt
	6, 6A, 6B, 6C, 6D	Strahlungsbereich
10	7	Recheneinheit
	8	Strahlungsintensitätsschwerpunkt
	9	Zielpunkt
	10	Flugmuster
	10.1	horizontale Bewegung
15	10.2	vertikale Bewegung
	11	erster Randpunkt
	12	zweiter Randpunkt
	13	unterer Randpunkt
	14	Schnittpunkt
20	15	Sonne
	16	Matrix
	17	Bereich mit zu hoher Strahlungskonzentration
	18	Solarturm
	19	Kameraanordnung
25	20, 20A, ..., 20D	Kamera
	21	Erdboden
	G	Gerade
	H	Horizontale
30	V	Vertikale Mittelachse

- S1a Anordnen der unbemannten Flugeinrichtung an einem vorbestimmten Referenzpunkt und Ausrichten des Objektes
- S1b Erkennen des Strahlungsbereichs durch die unbemannte Flugeinrichtung und Anordnen der unbemannten Flugeinrichtung in dem Strahlungsbereich der Strahlung
- 5 S2 Bewegen der unbemannten Flugeinrichtung innerhalb und/oder außerhalb des Strahlungsbereichs und gleichzeitiges Aufnehmen einer Mehrzahl von Bildern mit der Kamera
- S3 Bestimmen einer Strahlungsintensitätsverteilung
- 10 S4 Bestimmen eines Strahlungsintensitätsschwerpunktes
- S5 Ausrichten des Objektes
- S6 Ermitteln eines ersten und eines zweiten Randpunktes
- S7 Bestimmen einer Mittelachse
- S8 Bewegen der unbemannten Flugeinrichtung entlang der Mittelachse
- 15 S9 Bewegen der unbemannten Flugeinrichtung zu einem Schnittpunkt
- S10 Bestimmen einer Spiegelreflektivität des Objektes
- S1' Anordnen der unbemannten Flugeinrichtung an einem vorbestimmten Referenzpunkt
- 20 S2' Ausrichten der Kameraanordnung
- S3' Ausrichten des Objektes

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Ausrichten wenigstens einer Strahlung (1) auf einen Reflexionspunkt (2) reflektierendes und/oder emittierendes Objektes (3) mit wenigstens einer Kamera zum Erfassen der Strahlung (1) aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung (4), mit folgenden Verfahrensschritten:
- 5
- S1a) Anordnen der unbemannten Flugeinrichtung (4) an einem vorbestimmten Referenzpunkt (5) und Ausrichten des Objektes (3), so dass ein Strahlungsbereich (6) der Strahlung (1) die unbemannte Flugeinrichtung (4) zumindest teilweise erfasst oder
- 10 S1b) Erkennen des Strahlungsbereichs (6) durch die unbemannte Flugeinrichtung (4) und Anordnen der unbemannten Flugeinrichtung (4) in dem Strahlungsbereich (6) der Strahlung (1),
- S2) Bewegen der unbemannten Flugeinrichtung (4) innerhalb und/oder außerhalb des Strahlungsbereichs (6) und gleichzeitiges Aufnehmen einer Mehrzahl von Bildern mit der Kamera,
- 15 S3) Bestimmen einer Strahlungsintensitätsverteilung im Strahlungsbereich (6) anhand der aufgenommenen Bilder durch eine Recheneinheit (7),
- S4) Bestimmen eines Strahlungsintensitätsschwerpunktes (8) des Strahlungsbereichs (6) durch die Recheneinheit (7), und
- 20 S5) Ausrichten des Objektes (4), so dass der Strahlungsintensitätsschwerpunkt (8) auf einer Geraden (G) zwischen einem Zielpunkt (9) und dem Objekt (4) liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Bewegen der unbemannten Flugeinrichtung (4) in einem vorbestimmten Muster (10) erfolgt.
- 25
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, wobei das vorbestimmte Muster (10) eine Abfolge von Bewegungen in horizontaler (10.1) und/oder vertikaler Richtung (10.2) umfasst.
- 30
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüchen, mit folgenden dem Schritt S2) vorgelagerten Verfahrensschritten:

S6) Ermitteln eines ersten Randpunktes (11) und eines zweiten, dem ersten Randpunkt gegenüberliegenden Randpunktes (12) des Strahlungsbereichs (6) durch Bewegungen der unbemannten Flugeinrichtung (4) entlang einer horizontalen Achse (H) durch den Strahlungsbereich (6),

5 S7) Bestimmen einer mittig zwischen den zwei ermittelten Randpunkten gelegenen vertikal verlaufenden Mittelachse (V),

S8) Bewegen der unbemannten Flugeinrichtung (4) entlang der Mittelachse (V) bis zu einem unteren Randpunkt (13) des Strahlungsbereichs (6),

10 S9) Bewegen der unbemannten Flugeinrichtung (4) zu einem Schnittpunkt (14) zwischen einer ersten zu der Mittelachse (V) parallelen und durch einen der zwei seitlichen Randpunkte (11, 12) verlaufenden Achse und einer zweiten zu der horizontalen Achse (H) parallelen und durch den unteren Randpunkt (13) verlaufenden Achse.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bestimmen  
15 der Strahlungsintensitätsverteilung und/oder des Strahlungsintensitätsschwerpunktes (8) durch die Recheneinheit (7) vorzugsweise in Echtzeit oder in nahezu Echtzeit erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Objekt (3)  
einen Heliostaten und die Strahlung Solarstrahlung umfasst.

20

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die unbemannte  
Flugeinrichtung (4) eine Mehrzahl von unbemannten Flugeinrichtungen (4A, 4B, 4C, 4D)  
umfasst, die in einer vertikalen und/oder horizontalen Reihe in vorzugsweise äquidistanten  
Abständen zueinander angeordnet sind.

25

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die unbemannte  
Flugeinrichtung (4) eine Mehrzahl von unbemannten Flugeinrichtungen (4A, 4B, 4C, 4D)  
umfasst, die in einer Matrix (16) mit n Zeilen und m Spalten angeordnet sind, wobei die  
unbemannten Flugeinrichtungen in den n Zeilen und/oder in den m Spalten vorzugsweise  
30 äquidistant zueinander angeordnet sind.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Strahlungsbereich (6) eine Mehrzahl von Strahlungsbereichen (6A, 6B, 6C, 6D) von mehreren Objekten (3A, 3B, 3C, 3D) umfasst.
- 5 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit folgendem weiteren Verfahrensschritt:
- S10) Bestimmen einer Spiegelreflektivität des Objekts (3) anhand der aufgenommenen Bilder durch die Recheneinheit (7).
- 10 11. Verfahren zum Ausrichten wenigstens einer Strahlung (1) auf einen Reflexionspunkt (2) reflektierenden und/oder emittierenden Objektes (3) mittels wenigstens einer reflektierenden Oberfläche aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung (4') und einer Kamera (20) aufweisenden Kameraanordnung (19) zum Erfassen von von der unbemannten Flugeinrichtung (4') reflektierter Strahlung, wobei das Verfahren folgende Verfahrensschritte aufweist:
- 15 S1') Anordnen der unbemannten Flugeinrichtung (4') an einem Zielpunkt (9),  
S2') Ausrichten der Kameraanordnung (19), so dass die Kameraanordnung (19) die unbemannte Flugeinrichtung (4') erfasst,  
S3') Ausrichten des Objektes (3), so dass ein Strahlungsbereich (6) der Strahlung (1) die unbemannte Flugeinrichtung (4') zumindest teilweise erfasst und die unbemannte Flugeinrichtung (4) die Strahlung (1) auf die Kameraanordnung (19) reflektiert.
- 20 12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Kameraanordnung (19) eine Mehrzahl von Kameras (20A, 20B, 20C, 20D) zum Erfassen der Strahlung (1) umfasst.
- 25 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, wobei die unbemannte Flugeinrichtung (4') eine Mehrzahl von unbemannten Flugeinrichtungen (4A', 4B', 4C', 4D') umfasst, die in einer vertikalen und/oder horizontalen Reihe in vorzugsweise äquidistanten Abständen zueinander angeordnet sind.
- 30 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei die unbemannte Flugeinrichtung (4') eine Mehrzahl von unbemannten Flugeinrichtungen (4A', 4B', 4C', 4D') umfasst, die in einer Matrix (16) mit n Zeilen und m Spalten angeordnet sind, wobei die

unbemannten Flugeinrichtungen (4A', 4B', 4C', 4D') in den n Zeilen und/oder in den m Spalten vorzugsweise äquidistant zueinander angeordnet sind.

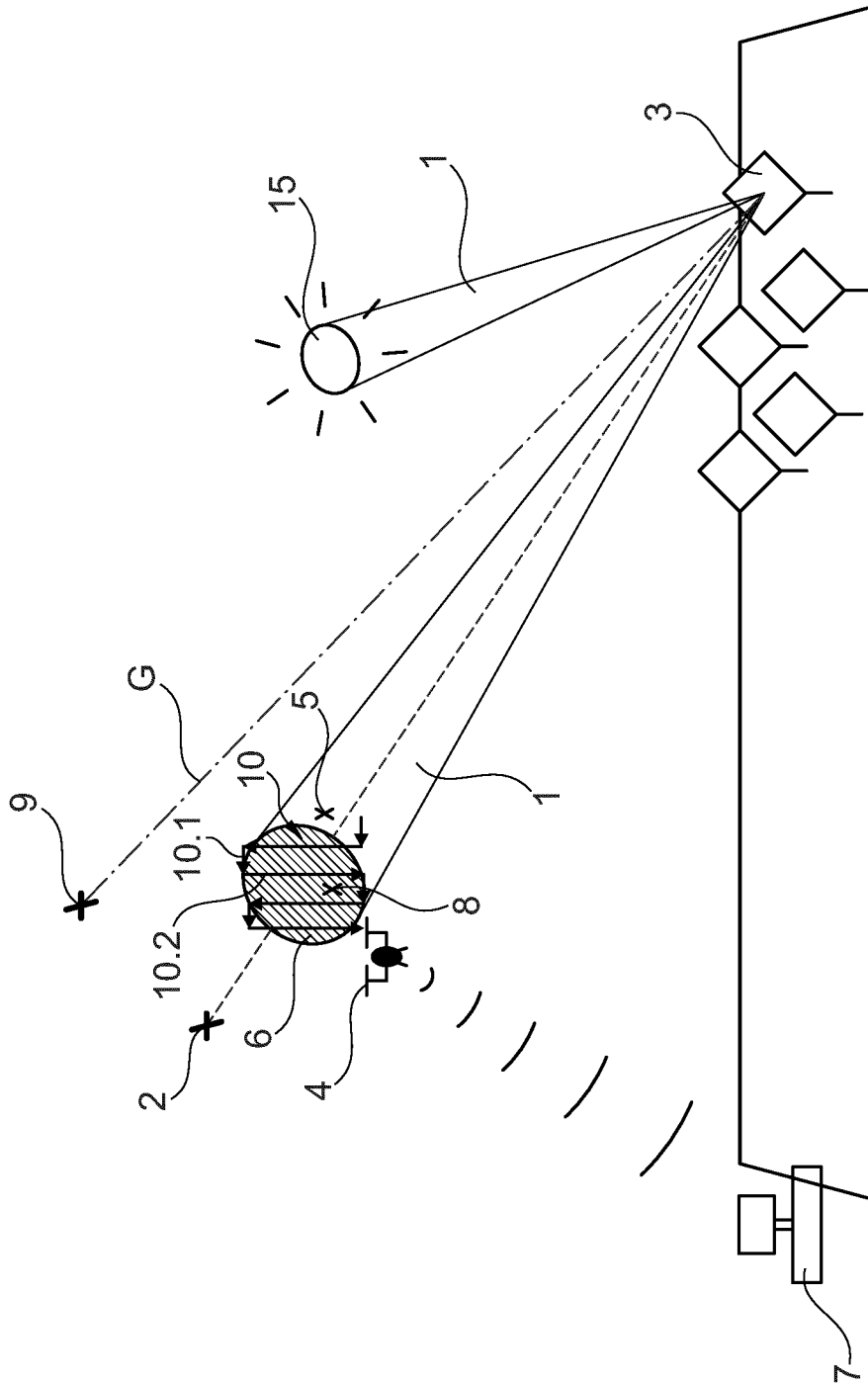


Fig. 1

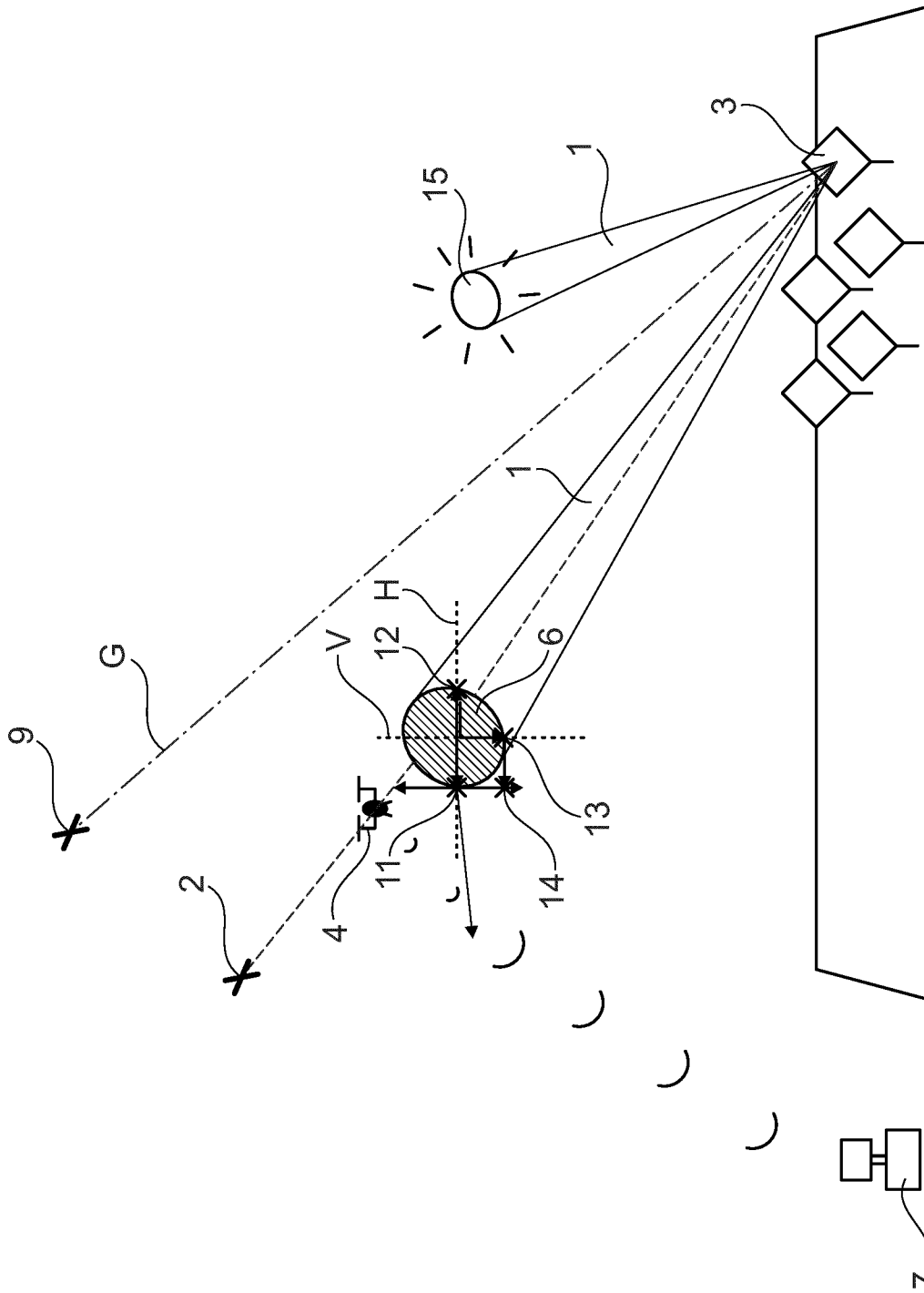


Fig. 2

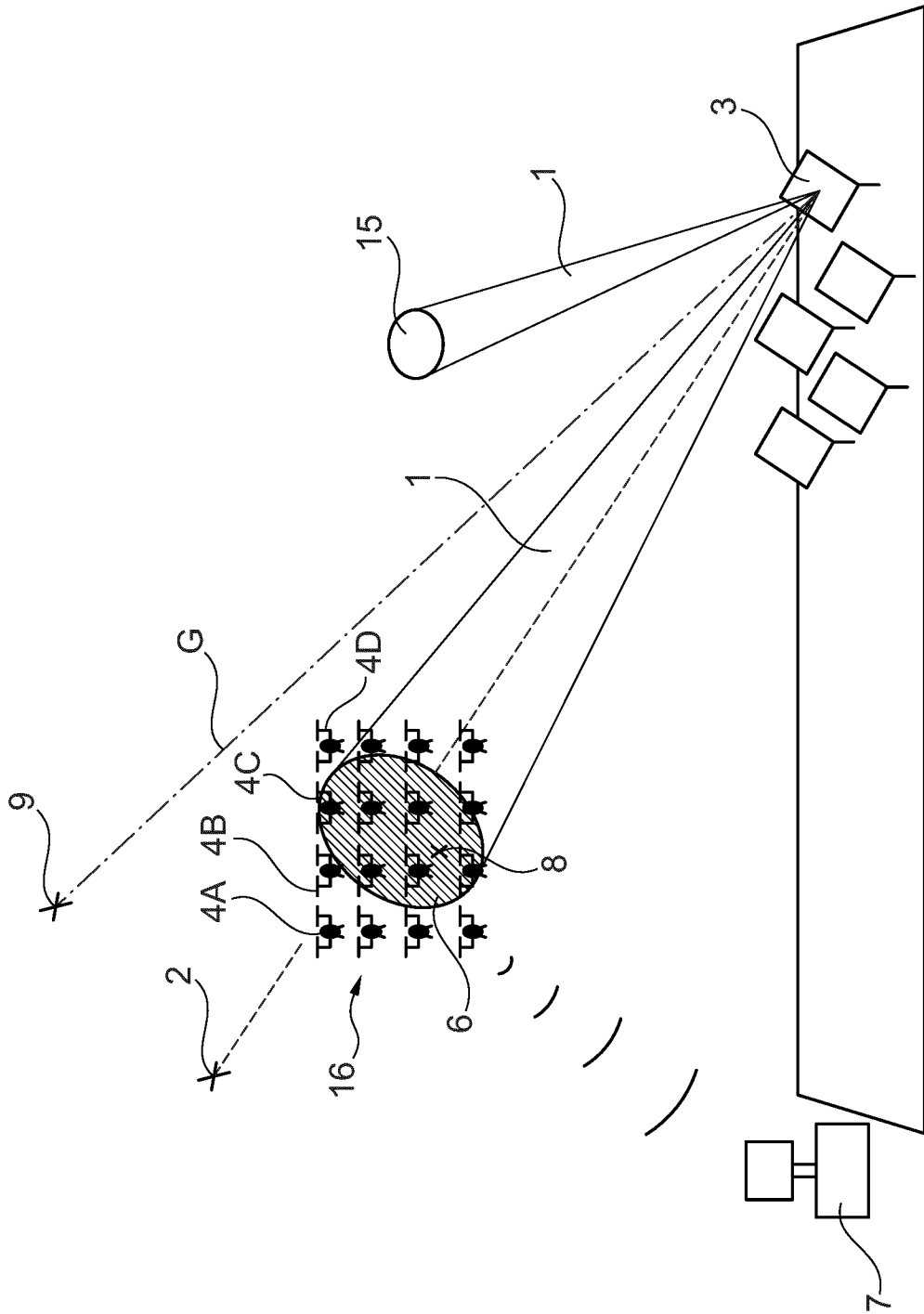


Fig. 3

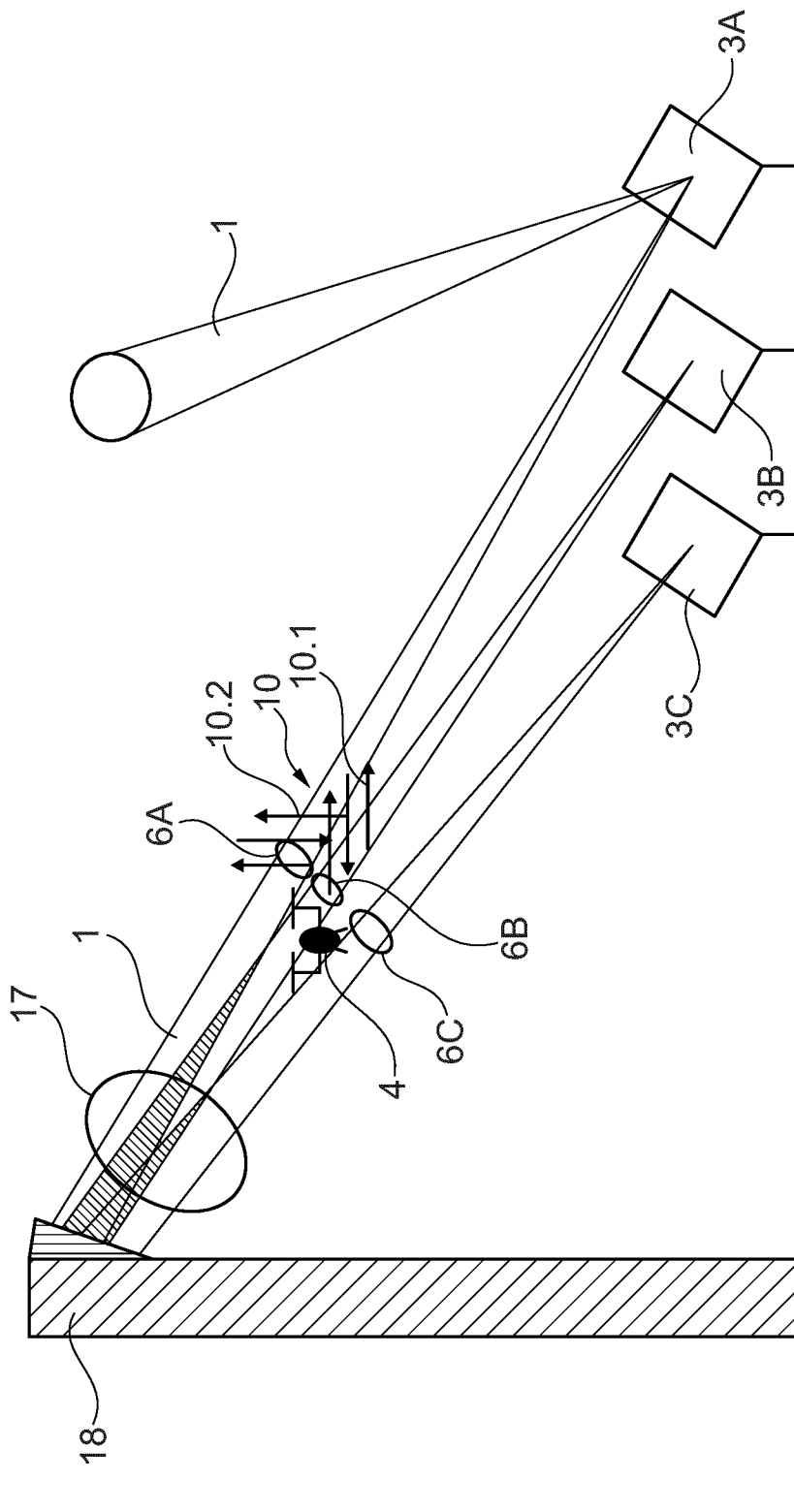


Fig. 4a

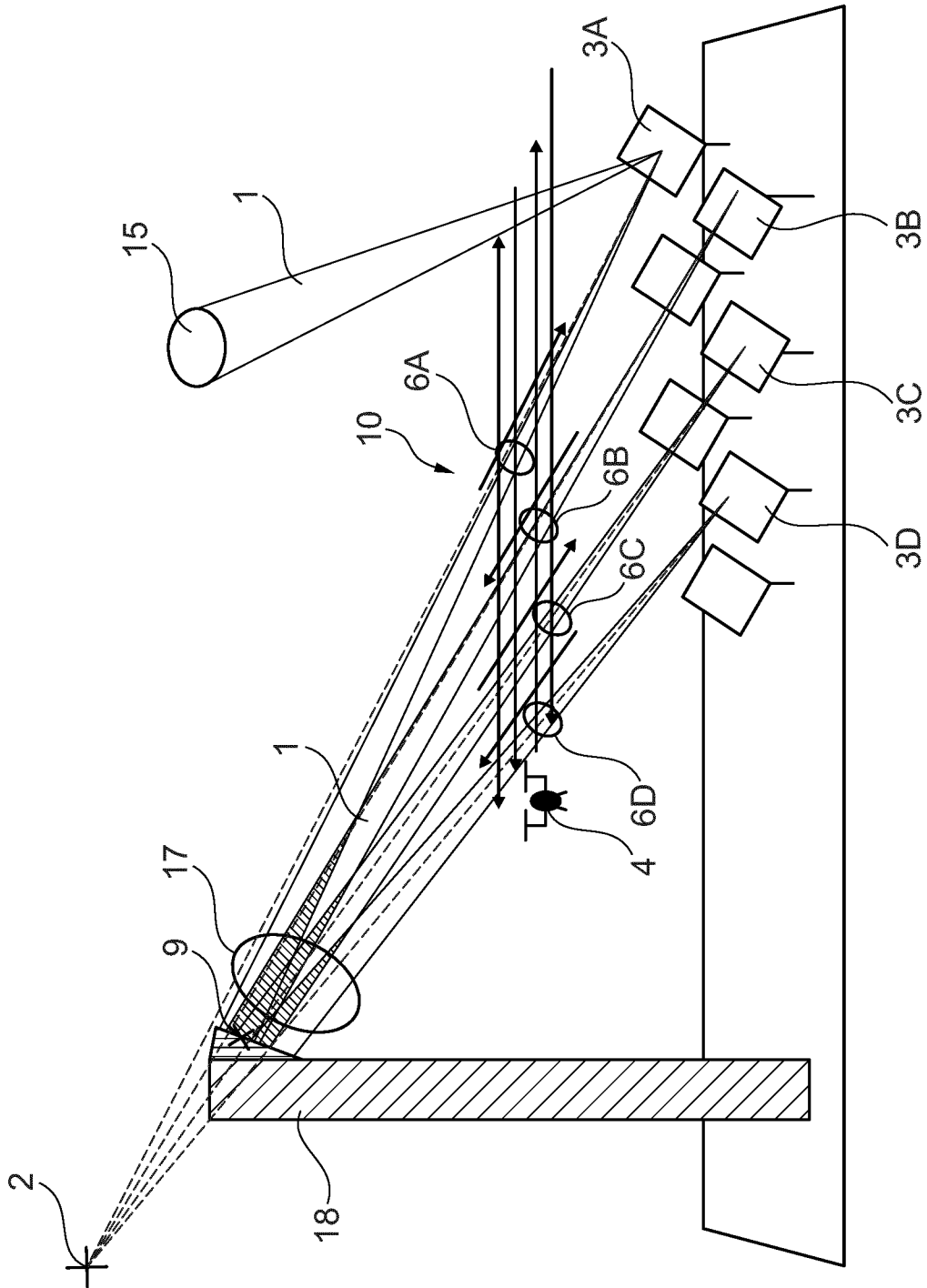


Fig. 4b

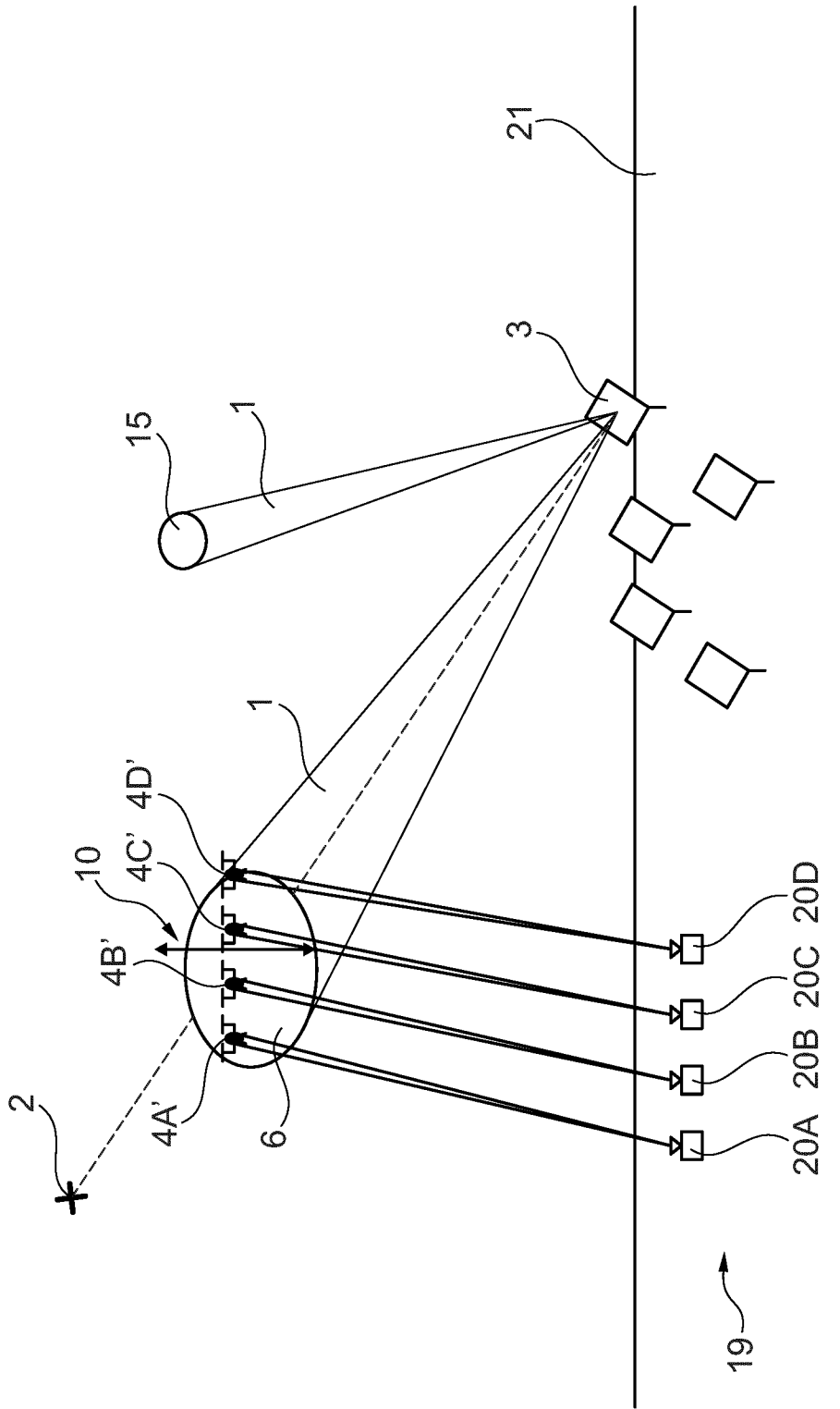


Fig. 5

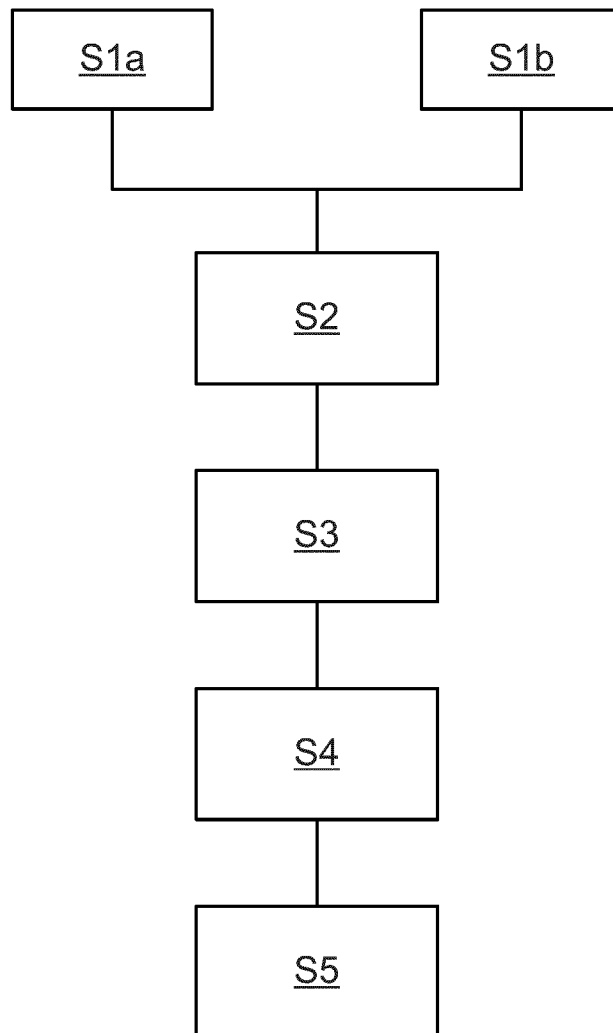


Fig. 6

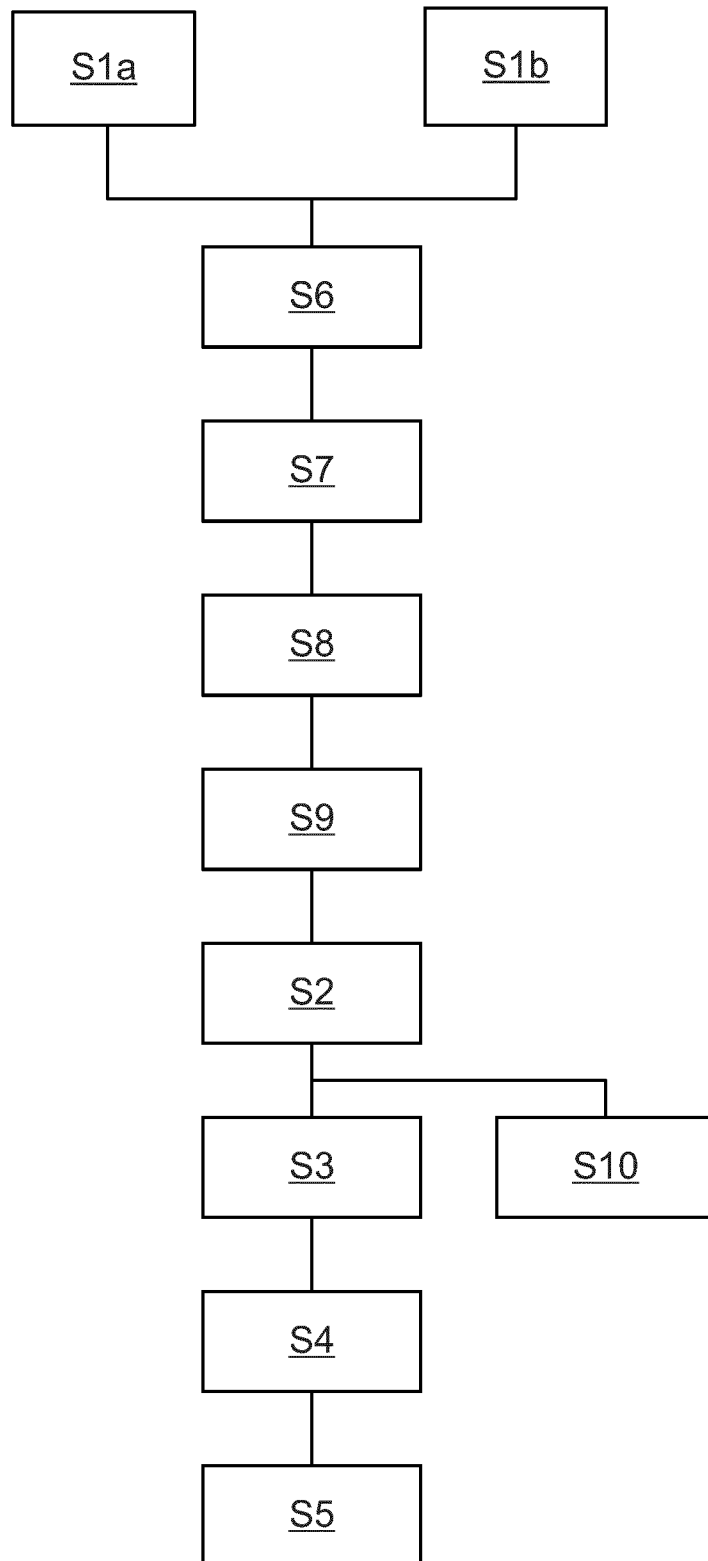


Fig. 7

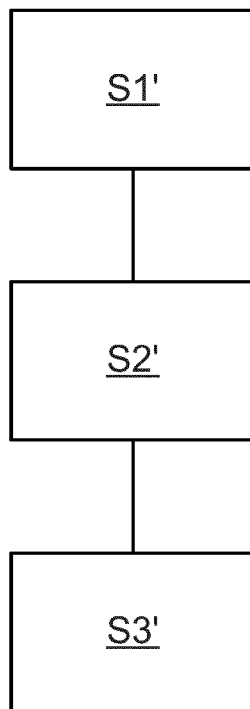


Fig. 8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/077538

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>F24S 50/20</i> (2018.01)i; <i>B64C 39/02</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F24S; B64C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014332688 A1 (COTHURU SANTHOSH KUMAR [IN] ET AL) 13 November 2014 (2014-11-13) paragraph [0053] - paragraph [0055]; figures 1,2,5,9	1-10
A	US 2021110571 A1 (ZHU GUANGDONG [US] ET AL) 15 April 2021 (2021-04-15) paragraphs [0064], [0070] - paragraph [0072]; figure 1	1-10
A	CN 109916097 A (ZHEJIANG SUPCON SOLAR ENERGY TECHNOLOGY CO LTD) 21 June 2019 (2019-06-21) paragraph [0011]	1-10
A	DE 102015217086 B4 (CSP SERVICES GMBH [DE]; DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 07 November 2019 (2019-11-07) paragraph [0053] - paragraph [0055]; figures 1,2	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>03 January 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>06 March 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Mendão, João</b> Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Kalibrierung > ET AL. "Verfahren zur Vermessung und Kalibrierung von Heliostaten" 04 July 2018 (2018-07-04), pages 1-32, Retrieved from the Internet: <a href="https://elib.dlr.de/122783/1/20180704_Soko18_Vermessung_Kalibrierung_Helios_FINAL.pdf">https://elib.dlr.de/122783/1/20180704_Soko18_Vermessung_Kalibrierung_Helios_FINAL.pdf</a> [retrieved on 2021-09-28] XP055845643 page 22	1-10
A	SATTLER JOHANNES CHRISTOPH ET AL. "Review of heliostat calibration and tracking control methods" <i>SOLAR ENERGY</i> , AMSTERDAM, NL, Vol. 207, 01 September 2020 (2020-09-01), pages 110-132, Retrieved from the Internet: <a href="http://crossmark.crossref.org/dialog/?doi=10.1016/j.solener.2020.06.030&amp;domain=pdf">http://crossmark.crossref.org/dialog/?doi=10.1016/j.solener.2020.06.030&amp;domain=pdf</a> [retrieved on 2020-09-01] DOI: 10.1016/j.solener.2020.06.030 ISSN: 0038-092X, XP055845644 class A2b; page 116	1-10

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. Claims: 1-10

Method for aligning a reflective object by means of at least one unmanned airborne device having a camera.

2. Claims: 11-14

Method for aligning a reflective object by means of at least one unmanned airborne device having a reflective surface.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **1-10**

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2022/077538**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2014332688	A1	13 November 2014	AU	2012320745	A1	10 April 2014
				BR	112014008034	A2	11 April 2017
				CL	2014000822	A1	11 July 2014
				CN	103959035	A	30 July 2014
				EP	2579016	A1	10 April 2013
				EP	2579017	A1	10 April 2013
				IL	231625	A	28 February 2017
				JP	5959651	B2	02 August 2016
				JP	2014535069	A	25 December 2014
				MA	35461	B1	01 September 2014
				US	2014332688	A1	13 November 2014
				WO	2013050227	A1	11 April 2013
				WO	2013050316	A1	11 April 2013
				ZA	201402170	B	26 November 2014
US	2021110571	A1	15 April 2021	NONE			
CN	109916097	A	21 June 2019	NONE			
DE	102015217086	B4	07 November 2019	DE	102015217086	A1	09 March 2017
				ES	2604554	A2	07 March 2017

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b>		
INV. <b>F24S50/20 B64C39/02</b>		
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) <b>F24S B64C</b>		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) <b>EPO-Internal, WPI Data</b>		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
<b>A</b>	<b>US 2014/332688 A1 (COTHURU SANTHOSH KUMAR [IN] ET AL) 13. November 2014 (2014-11-13) Absatz [0053] - Absatz [0055]; Abbildungen 1, 2, 5, 9</b> -----	<b>1-10</b>
<b>A</b>	<b>US 2021/110571 A1 (ZHU GUANGDONG [US] ET AL) 15. April 2021 (2021-04-15) Absätze [0064], [0070] - Absatz [0072]; Abbildung 1</b> -----	<b>1-10</b>
<b>A</b>	<b>CN 109 916 097 A (ZHEJIANG SUPCON SOLAR ENERGY TECHNOLOGY CO LTD) 21. Juni 2019 (2019-06-21) Absatz [0011]</b> -----	<b>1-10</b>
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absdtedatum des internationalen Recherchenberichts
<b>3. Januar 2023</b>		<b>06/03/2023</b>
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  <b>Mendão, João</b>

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>DE 10 2015 217086 B4 (CSP SERVICES GMBH [DE]; DEUTSCH ZENTR LUFT &amp; RAUMFAHRT [DE]) 7. November 2019 (2019-11-07) Absatz [0053] - Absatz [0055]; Abbildungen 1,2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10
A	<p>Kalibrierung &gt; ET AL: "Verfahren zur Vermessung und Kalibrierung von Heliostaten", , 4. Juli 2018 (2018-07-04), Seiten 1-32, XP055845643, Gefunden im Internet: URL:<a href="https://elib.dlr.de/122783/1/20180704_Soko18_Vermessung_Kalibrierung_Helios_FINA_L.pdf">https://elib.dlr.de/122783/1/20180704_Soko18_Vermessung_Kalibrierung_Helios_FINA_L.pdf</a> [gefunden am 2021-09-28] Seite 22</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10
A	<p>SATTLER JOHANNES CHRISTOPH ET AL: "Review of heliostat calibration and tracking control methods", SOLAR ENERGY, [Online] Bd. 207, 1. September 2020 (2020-09-01), Seiten 110-132, XP055845644, AMSTERDAM, NL ISSN: 0038-092X, DOI: 10.1016/j.solener.2020.06.030 Gefunden im Internet: URL:<a href="http://crossmark.crossref.org/dialog/?doi=10.1016/j.solener.2020.06.030&amp;domain=pdf">http://crossmark.crossref.org/dialog/?doi=10.1016/j.solener.2020.06.030&amp;domain=pdf</a> [gefunden am 2020-09-01] Class A2b; Seite 116</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10

**Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
  
2.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
  
3.  Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

**Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)**

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

**siehe Zusatzblatt**

1.  Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
  
2.  Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
  
3.  Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
  
4.  Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung;; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:  
**1-10**

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-10

Verfahren zum Ausrichten eines reflektierenden Objektes  
mittels wenigstens einer eine Kamera aufweisenden  
unbemannten Flugeinrichtung

---

2. Ansprüche: 11-14

Verfahren zum Ausrichten eines reflektierenden Objektes  
mittels wenigstens einer eine reflektierende Oberfläche  
aufweisenden unbemannten Flugeinrichtung

---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP2022/077538**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
<b>US 2014332688 A1</b>	<b>13-11-2014</b>	<b>AU 2012320745 A1</b>	<b>10-04-2014</b>
		<b>BR 112014008034 A2</b>	<b>11-04-2017</b>
		<b>CL 2014000822 A1</b>	<b>11-07-2014</b>
		<b>CN 103959035 A</b>	<b>30-07-2014</b>
		<b>EP 2579016 A1</b>	<b>10-04-2013</b>
		<b>EP 2579017 A1</b>	<b>10-04-2013</b>
		<b>IL 231625 A</b>	<b>28-02-2017</b>
		<b>JP 5959651 B2</b>	<b>02-08-2016</b>
		<b>JP 2014535069 A</b>	<b>25-12-2014</b>
		<b>MA 35461 B1</b>	<b>01-09-2014</b>
		<b>US 2014332688 A1</b>	<b>13-11-2014</b>
		<b>WO 2013050227 A1</b>	<b>11-04-2013</b>
		<b>WO 2013050316 A1</b>	<b>11-04-2013</b>
		<b>ZA 201402170 B</b>	<b>26-11-2014</b>
-----			
<b>US 2021110571 A1</b>	<b>15-04-2021</b>	<b>KEINE</b>	
-----			
<b>CN 109916097 A</b>	<b>21-06-2019</b>	<b>KEINE</b>	
-----			
<b>DE 102015217086 B4</b>	<b>07-11-2019</b>	<b>DE 102015217086 A1</b>	<b>09-03-2017</b>
		<b>ES 2604554 A2</b>	<b>07-03-2017</b>
-----			