

(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
2. August 2012 (02.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/100363 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2012/000024
- (22) Internationales Anmeldedatum:
30. Januar 2012 (30.01.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
144/11 28. Januar 2011 (28.01.2011) CH
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): AIRLIGHT ENERGY IP SA [CH/CH]; Via Croce 1, CH-6710 Biasca (CH).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PEDRETTI, Andrea [CH/CH]; Via Carlo Salvioni 2, CH-6500 Bellinzona (CH).
- (74) Anwalt: STUMP, Beat; Stump und Partner AG, Dufourstrasse 116, CH-8008 Zürich (CH).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

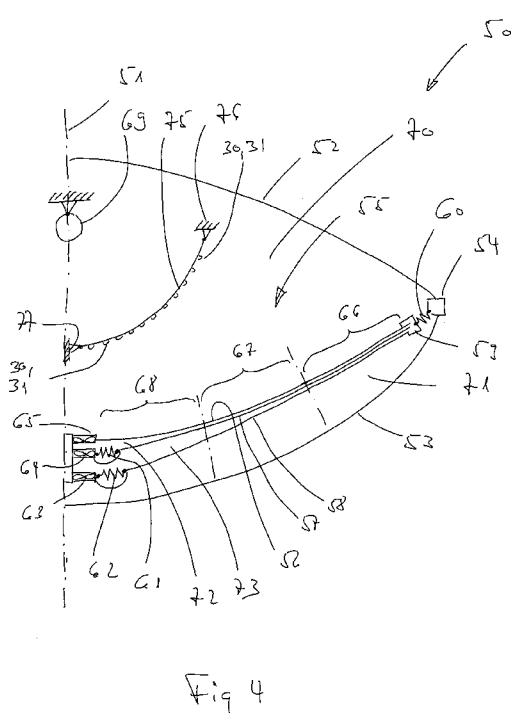
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,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

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING THE REFLECTION PROPERTIES OF A REFLECTOR

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR MESSUNG DER REFLEKTIONSEIGENSCHAFTEN EINES REFLEKTORS



(57) Abstract: The invention comprises a method and an apparatus for gauging a reflector for radiation during operation of said reflector, in which method, in order to determine the present reflection properties of the reflector in a number of at least one measurement point provided in the path of the radiation reflected by the reflector, the pattern of predetermined properties of the presently reflected radiation is measured and compared with a predetermined reference pattern, wherein a conclusion is drawn from the comparison on the present geometric properties of the reflector and, in the event of undesirable geometric properties, corresponding operational parameters of the reflector are altered. Preferably, this method is used in trough collectors for solar power plants in order to gauge flexible concentrators arranged in a pressure cell during operation of said concentrators.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung umfasst ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Vermessung eines Reflektors für Strahlung in dessen Betrieb, bei welchem zur Bestimmung der aktuellen Reflektionseigenschaften des Reflektors in einer im Pfad der vom Reflektor reflektierten Strahlung vorgesehenen Anzahl von mindestens einem Messpunkt das Muster von vorbestimmten Eigenschaften der aktuell reflektierten Strahlung gemessen und mit einem vorbestimmten Referenzmuster verglichen wird, wobei aus dem Vergleich auf die aktuellen geometrischen Eigenschaften des Reflektors geschlossen und bei unerwünschten geometrischen Eigenschaften entsprechende Betriebsparameter des Reflektors verändert werden. Bevorzugt wird dieses Verfahren bei Rinnenkollektoren für Solarkraftwerke angewendet, um in einer Druckzelle angeordnete, flexible Konzentratoren in deren Betrieb zu vermessen.

Verfahren und Vorrichtung zur Messung der Reflektionseigenschaften eines Reflektors

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der Reflektionseigenschaften eines Reflektors in dessen Betrieb gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 1, eine Reflektoreinheit zur Ausführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff von Anspruch 8 und ein Verfahren zum Betrieb der Reflektoreinheit nach Anspruch 14.

Reflektoren der genannten Art sind bekannt und dienen verschiedensten Zwecken, beispielsweise als Antennen oder Solarkollektoren. Überwiegend, aber nicht ausschliesslich, wird durch solche Reflektoren die empfangene Strahlung gebündelt bzw. konzentriert, wie es in der Radioastronomie für Parabolantennen oder in der Solartechnik für Solarkonzentratoren der Fall ist. Grosse radioastronomische Antennen besitzen eine feste Struktur und sind entsprechend teuer, wie dies auch bei grossen Solarkonzentratoren, die industriell in Solarkraftwerken eingesetzt werden, der Fall ist. Dies gilt aber auch für kleinere Einheiten, die oft als Verbund eingesetzt werden, um die gebündelte bzw. konzentrierte Strahlung gemeinsam auf einem Empfänger bzw. Absorberelement zu richten.

Insbesondere im Bereich der solarthermischen Kraftwerke sind heute drei Grundformen im Einsatz: Dish-Sterling-Systeme, Solarturmkraftwerkssysteme und Parabolrinnensysteme.

Dish-Sterling-Systeme sind mit zweiachsig drehbar gelagerten Paraboloidspiegeln ausgerüstet, mit einem Durchmesser von wenigen Metern bis zu 10m und mehr, wobei dann Leistungen von bis zu 50 kW pro Modul erreicht werden. Die Paraboloidspiegel können in einzelne Spiegelsegmente unterteilt sein, damit die Paraboloidform bei noch vertretbaren Kosten möglichst gut angenähert ist. Dish-Sterling-Systeme haben sich nicht generell durchgesetzt.

Solarturmkraftwerkssysteme besitzen einen zentralen, erhöht (auf dem "Turm") montierten Absorber für das durch Hunderte bis Tausende von einzelnen Spiegeln mit zu ihm gespiegelte Sonnenlicht, womit die Strahlungsenergie der Sonne über die vielen Spiegel bzw. Konzentratoren im Absorber konzentriert und so Temperaturen bis zu 1300° C erreicht werden sollen, was für den Wirkungsgrad der nachgeschalteten thermischen Maschinen (in der Regel ein Dampf- oder Fluidturbinenkraftwerk zur Stromerzeugung) günstig ist. Die Anlage "Solar two" in Kalifornien besitzt eine Leistung von mehreren MW. Die Anlage PS20 in Spanien besitzt eine Leistung von 20 MW.

Solarturmkraftwerke haben (trotz der vorteilhaft erreichbaren hohen Temperaturen) bis heute ebenfalls keine grössere Verbreitung gefunden.

Parabolrinnenkraftwerke jedoch sind verbreitet und besitzen Kollektoren in hoher Anzahl, die lange Konzentratoren mit geringer Querabmessung aufweisen, und damit nicht einen Brennpunkt, sondern eine Brennnlinie besitzen. Diese Linienkonzentratoren besitzen heute eine Länge von 20 m bis zu 150 m. In der Brennnlinie verläuft ein Absorberrohr für die konzentrierte Wärme (bis gegen 500°C), das die Wärme zum Kraftwerk transportiert. Als Transportmedium kommt z.Bsp. Thermoöl, geschmolzene Salze oder überhitzter Wasserdampf in Frage.

Die 9 SEGS-Parabolrinnen-Kraftwerke in Südkalifornien produzieren zusammen eine Leistung von ca. 350 MW. Das 2007 ans Netz gegangene Kraftwerk "Nevada Solar One" besitzt Rinnenkollektoren mit 182'400 gekrümmten Spiegeln, die auf einer Fläche von 140 Hektar angeordnet sind und produziert 65 MW. Andasol 3 in Spanien ist seit September 2009 im Bau, soll in 2011 den Betrieb aufnehmen, so dass die Anlagen Andasol 1 bis 3 eine Höchstleistung von 50 MW aufweisen werden.

Für die Serienproduktion von Kollektoren, insbesondere Rinnenkollektoren hat die Anmelderin in WO 2010 / 037243 ein System mit einem in einer Druckzelle druckbelasteten, aus einer flexiblen Membran bestehenden Konzentrator vorgeschlagen, welches kostengünstig einzeln oder in Serie herzustellen ist und die Parabelform des idealen Konzentrators genügen genau annähert, um die für einen akzeptablen Wirkungsgrad geforderten Temperaturen von gegen 500°C im Absorberrohr oder mehr zu erreichen. Grundsätzlich ist dieses System auch für Paraboloid-Kollektoren verwendbar und dessen Einsatz in allen Formen von solarer Wärmeerzeugung denkbar. Ebenso ist denkbar, die in WO 2010 / 037243 dargestellte Bauform als Reflektoren für die verschiedensten Zwecke einzusetzen.

Nachteilig ist dieser Bauform einer ihrer stärksten Vorteile: die Verwendung einer druckbelasteten, flexiblen Membran als Reflektor bzw. Konzentrator erlaubt eine höchst kostengünstige Bauform mit einwandfrei glatter Oberfläche, da die Membran selbst nur geringer Druckdifferenz ausgesetzt sein muss und deshalb als dünne Folie ohne Verstärkungen (d.h. als Folie mit einwandfrei glatter Oberfläche) ausgebildet sein kann, auf die eine reflektierende Schicht aufgedampft ist. Trotz sphärischer Krümmung der Folie lassen sich Konzentrationen von 50 bis 80 oder sogar noch

höhere Konzentrationen erreichen, beispielsweise durch Abschnitte mit verschiedenem Krümmungsradius wie dies in der genannten WO 2010 / 037243 dargestellt ist.

Da aber der Reflektor als flexible Membran oder Folie ausgebildet ist, besitzt er selbst keine Steifigkeit und ist auch deshalb anfällig auf Abweichungen von der Soll-Form, mit der Folge, dass dann der Wirkungsgrad des Kollektors unnötig abnimmt. Solche Abweichungen können verschiedene Ursachen haben, wie beispielsweise Druckschwankungen über dem Konzentrator oder etwa Verzug im Rahmen, in dem der Konzentrator aufgespannt ist. Insbesondere bei einem langsamen Drift der Krümmung des Konzentrators lässt sich dessen Abweichung von der Soll-Form erst spät über den (unnötigen) Leistungsverlust des Kollektors erkennen, möglicherweise aber in einer ersten Phase der Verformung aber überhaupt nicht, da die Leistung eines Kollektors auch durch wechselnde Beschattung, Kühlung durch Wind, Verschmutzung etc. beeinträchtigt werden kann.

Entsprechend ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Reflektoreinheit bereitzustellen, bei welcher der bauartbedingt bestmögliche Wirkungsgrad im Betrieb stets erreicht und aufrecht erhalten werden kann.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Vermessung eines Reflektors nach Anspruch 1, einer Reflektoreinheit nach Anspruch 8 und einem Betriebsverfahren für die Reflektoreinheit nach Anspruch 14.

Dadurch, dass die im Betrieb aktuell reflektierte Strahlung an Messpunkten erfindungsgemäss erfasst und mit einem vorbestimmten Referenzmuster verglichen wird, können Abweichungen der aktuell reflektierten Strahlung vom Referenzmuster als unerwünschte Abweichungen erkannt und entsprechende Betriebsparameter des Reflektors mindestens teilweise verzugslos verändert werden, um die Soll-Form des Reflektors wieder herzustellen.

Dadurch, dass die erfindungsgemässe Reflektoreinheit eine Anzahl von Messpunkten im Strahlungspfad aufweist, kann die aktuell reflektierte Strahlung mit einer der Anzahl von Messpunkten entsprechenden Auflösung detektiert und in Echtzeit bzw. verzugslos ein Signal für die Korrektur von Betriebsparametern der Reflektoreinheit generiert werden.

Dadurch, dass nach der Einstellung von Betriebsparametern an der Reflektoreinheit und der anschliessenden Aufnahme des dazu gehörenden Referenzmusters für die jeweilige Reflektoreinheit

am konkreten Standort individuelle Referenzmuster aufgenommen werden können, lassen sich individuell abgestimmte Referenzmuster im konkreten Fall (Standort der Reflektoreinheit und deren Bauform) bestimmen. So beispielsweise Referenzmuster für tageszeitlich schräg einfallende Sonnenstrahlung und vorbestimmte (aber unerwünschte) Deformationen des Reflektors. Schliesslich kann so auch eine nicht optimale oder fehlerhafte Ausrichtung des Reflektors gegenüber der Strahlungsquelle in einem Referenzmuster erfasst und damit die Ist-Ausrichtung des Reflektors laufend überwacht und gegebenenfalls korrigiert werden.

Die vorliegende Erfindung erlaubt, nicht nur den Einsatz flexibler Reflektoren bzw. Konzentratoren zu überwachen, sondern auch starre Reflektoren, da auch diese einem Verzug ausgesetzt sein können. Bei aus Segmenten zusammengesetzten Parabolspiegeln beispielsweise kann die korrekte Ausrichtung der einzelnen starren Segmente überwacht werden.

Zusammenfassend ist es so, dass durch die vorliegende Erfindung die Reflektionseigenschaften von Reflektoren beliebiger Bauart, seien diese flexibel oder nicht, laufend überwacht und damit verzugslos werden können, um im Betrieb den bauartbedingt bestmöglichen Wirkungsgrad des Reflektors stets aufrecht zu erhalten. Dies gilt für kleine Einheiten ebenso wie für grosse, im industriellen Massstab verwendete Reflektoreinheiten, wo die Aufrechterhaltung des bestmöglichen Wirkungsgrads ein relevanter Kostenfaktor ist.

Bevorzugte Ausführungsformen werden durch die abhängigen Ansprüche beschrieben.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Figuren am Beispiel von Solarkollektoren näher dargestellt. Wie oben erwähnt ist aber die Erfindung bei Reflektoren für Strahlung jeder Art einsetzbar.

Es zeigt:

Fig. 1 einen Rinnenkollektor konventioneller Art mit einer Druckzelle, in welcher ein flexibler Konzentrator angeordnet ist

Fig. 2 einen Querschnitt durch die Druckzelle des Rinnenkollektors von Fig. 1, ausgerüstet gemäss der vorliegenden Erfindung

Fig. 3 einen Querschnitt gemäss Figur 2, wobei zusätzlich die Struktur des Rinnenkollektors schematisch dargestellt ist

Fig. 4 einen Querschnitt durch die Druckzelle einer weiteren Ausführungsform eines erfindungs-
gemässen Rinnenkollektors

Fig. 5 beispielhaft verschiedene aktuelle Intensitätsmuster des Kollektors von Fig. 4 bei Soll-Krümmung des Konzentrators und bei einer unerwünschten Deformation

Fig. 6 eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung anhand eines Parabolkollektors

Fig. 7 einen Querschnitt durch einen Sensor für die reflektierte Strahlung gemäss der vorliegenden Erfindung

Fig. 1 zeigt einen dem Fachmann bekannten Rinnenkollektor 1, wie er im industriellen Masstab zu Hunderten oder Tausenden in einem Solarkraftwerk verwendet werden kann. In einem Rahmen 2 ist eine Druckzelle 3 angeordnet, die im Betriebszustand durch den herrschenden Innendruck eine durch die gestrichelten Linien 4 angedeutete Kissenform aufweist. In der Druckzelle 3 ist, hier nicht sichtbar, ein flexibler Konzentrator 13 (Figur 2) angeordnet, der einfallende Sonnenstrahlen 6, reflektiert, wie dies durch den reflektierten Strahl 6' angedeutet ist. Der reflektierte Strahl 6' fällt auf ein an Trägern 5 angeordnetes Absorberrohr 8, das die durch die reflektierten Strahlen 6' auf es konzentrierte Wärme über ein Transportmedium abführt.

Über eine Verschwenkeinrichtung 9 kann der Rahmen 2 mit der Druckzelle 3 dem Sonnenstand entsprechend verschwenkt werden.

Figur 2 zeigt einen Querschnitt durch die Druckzelle 3 des Kollektors 1 von Figur 1, wobei zur Entlastung der Figur verschiedene Komponenten des Kollektors 1 wie beispielsweise die Verschwenkeinrichtung 9 (Figur 1) weggelassen oder nur schematisch angedeutet sind.

Dargestellt ist der Rahmen 2 sowie die Druckzelle 3, die aus einer unteren Membran 10 und einer oberen, transparenten Membran 11 gebildet ist. In der Druckzelle 3 befindet sich der Konzentrator 13, auf den Sonnenstrahlen 6,6' einfallen und als reflektierte Strahlen 7,7' das Absorberrohr 8 erwärmen. Der Konzentrator 13 besteht vorzugsweise aus einer flexiblen, dünnen Folie, deren

den Sonnenstrahlen 6,6' zugewendete Oberfläche mit einer reflektierenden Schicht bedampft ist und dadurch die geforderten Reflektionseigenschaften aufweist. Der Pfad der reflektierten Strahlung des Konzentrators 13 ist durch die Strahlen 7,7' und 23 (s. unten) dargestellt.

- 5 Über eine Druckleitung 15 wird durch eine Pumpe 16 gefördertes Fluid, hier Umgebungsluft, in die Druckzelle 3 gefördert, die dadurch im Querschnitt linsenförmig zu einem Kissen aufgeblasen wird, wie dies in Figur 1 dargestellt ist. Bevorzugt ist die Pumpe 16 als Ventilator ausgebildet, der den gewünschten Druck im Innern der Druckzelle 3 aufrecht erhält, aber eine Änderung des Innenvolumens der Druckzelle 3 beispielsweise durch Windangriff ohne weiteres zulässt.

10

- Die Druckzelle 3 ist durch den Konzentrator 13 in einen oberen Bereich 18 und einen unteren Bereich 19 geteilt, wobei die beiden Bereiche 18,19 durch eine Überströmleitung 20 mit einander verbunden sind, so dass der untere Bereich 19 über den oberen Bereich 18 ebenfalls mit unter Druck stehender Umgebungsluft versorgt wird. Eine Pumpe 21 (wiederum vorzugsweise ein Ventilator) zwischen den beiden Bereichen 18,19 hält ein Druckgefälle aufrecht, so dass im oberen Bereich 19 der Druck $p + \Delta p$ und im unteren Bereich der Druck p herrscht. Δp ist dabei vergleichsweise klein, beispielsweise 50 mbar. Einerseits wird durch diese kleine, aber genügende Druckdifferenz der Konzentrator 13 druckbelastet und nimmt so die (sphärische) Krümmung ein, welche die einfallenden Sonnenstrahlen 6,6' in einen Brennpunktbereich reflektiert, in welchem das Absorberrohr 8 angeordnet ist. Andererseits ist durch die kleine Druckdifferenz die Beanspruchung in der Konzentratorfolie klein, so dass eine dünne Folie ohne Verstärkungen, d.h. mit glatter Oberfläche verwendet werden kann. Solch eine dünne Folie besitzt die erforderlichen guten Reflektionseigenschaften, verformt sich aber bei auftretenden Störungen leicht aus ihrer Soll-Form heraus, so dass ihre Krümmung nicht mehr der Soll-Krümmung entspricht. Diese Verformung kann die ganze Konzentratorfläche erfassen, oder auch nur Teile davon, bis hin zu flächenmässig kleinen Abschnitten, die aber insbesondere in der Summe von Tausenden von in einem Sonnenkraftwerk eingesetzten Kollektoren für dessen Energieproduktion durchaus relevant sein können. Eine Abweichung von der Soll-Krümmung kann aber auch bei kleinen stand-alone Kollektoren beispielsweise im Hinblick auf die erreichbare Spitzentemperatur Bedeutung haben.

25
30

Solche Störungen in der Krümmung des Konzentrators 13 führen dazu, dass ein einfallender Sonnenstrahl 22 fehlerhaft reflektiert und als fehlerhaft reflektierter Strahl 23 das Absorberrohr verfehlt.

In der Figur weiter schematisch dargestellt sind zwei Schienen 26,27, miteinander verbunden durch ein Mittelstück 28, die seitlich an den Trägern 8' aufgehängt sind und Sensoren 30 tragen, welche in Messpunkten 31 angeordnet sind. Die Messpunkte 31 befinden sich somit im Pfad der reflektierten Strahlung, wobei die Sensoren 30 vorbestimmte Eigenschaften der reflektierten Strahlung erfassen. Solche Schienen können über die Länge eines Kollektors 1 (Figur 1) beispielsweise im Abstand von 10m angeordnet werden.

Messpunkte 31 und Sensoren 30 können von einander räumlich getrennt und beispielsweise durch Glasfasern mit einander verbunden sein, wobei dann die Glasfasern an einem Messpunkt 31 die reflektierte Strahlung erfassen und zu einem von diesem entfernten Sensor 30 leiten. Dies kann im Hinblick auf den Schattenwurf eines Sensors oder im Hinblick auf die Konstruktion von zentralen Sensoren mit mehreren Eingängen wünschenswert sein, da bei einem Reflektor bzw. Konzentrator 13 mit grosser Oberfläche Hunderte von Messpunkten 31 vorgesehen werden können. Im vorliegend dargestellten Ausführungsbeispiel sind jedoch die Sensoren 30 am Ort der Messpunkte 31 angeordnet, bzw. fallend die Messpunkte 31 mit den Sensoren 30 zusammen.

Figur 3 zeigt den Kollektor 1 von Figur 1 mit der Druckzelle gemäss Figur 2, wobei dessen Struktur schematisch dargestellt ist. Die am Ort der Messpunkte 31 vorgesehenen Sensoren 30 sind über Signalleitungen 32 mit einer Auswerteinheit 35 für die von den Sensoren 30 generierten Signale verbunden. Die Auswerteinheit 35 ist mit einem Speicher 36 für Referenzmuster zusammengeschaltet und ausgebildet, das Muster der von den Sensoren 30 empfangenen Signale mit mindestens einem im Speicher 36 abgelegten Referenzmuster zu vergleichen und dem Vergleich entsprechende Signale zu generieren, die ihrerseits in eine Steuerung 38 für Betriebsparameter des Kollektors 1 eingespiessen werden. Die Steuerung 38 steuert bei der hier beschriebenen Ausführungsform entsprechend die Pumpen 16, 21 (Figur 2), der Druckerzeugungseinheit 39 oder den Antrieb 40 der Verschwenkeinheit 9 an, um die Ausrichtung des Konzentrators 13 bzw. dessen Krümmung im Betrieb des Kollektors 1 laufend optimal zu halten.

Zusammenfassend ist eine Reflektoreinheit dargestellt, die als Rinnenkollektor mit einer in einer Druckzelle aufgespannten, im Betrieb druckbelasteten Konzentrator-Membran ausgebildet ist, wobei die Steuerung für Betriebsparameter ausgebildet ist, Parameter für den auf der Konzentrator-Membran lastenden Betriebsdruck und/oder die Betriebsspannung einer Spanneinrichtung für die Konzentrator-Membran derart zu verändern, dass sich deren Krümmung verändert.

An dieser Stelle sei hervorgehoben, dass je nach Bauart einer Reflektoreinheit (hier des Kollektors 1) verschiedenste Betriebsparameter die Reflektionseigenschaften dessen Reflektors (hier des Konzentrators 13) beeinflussen. Die Druckbelastung des Konzentrators 13 bzw. dessen Ausrichtung gegenüber dem Sonnenstand sind mithin nur Beispiele von solchen Betriebsparametern. Einen weiteren Betriebsparameter bildet beispielsweise die über den Rahmen 2 in den Konzentra-
tor 13 eingeleitete Spannung, damit dieser unter Betriebsdruck die gewollte sphärische Krümmung einnimmt. Je nach der konkreten Ausbildung der Reflektoreinheit wird der Fachmann die Betriebsparameter auswählen, welche die optimalen Reflektionseigenschaften des Reflektors bestimmen und die Auswertereinheit sowie die Steuerung der Reflektoreinheit entsprechend auslegen.

Bevorzugt betrifft ein erster Satz von Betriebsparametern die Geometrie der Krümmung der Oberfläche des Reflektors und/oder ein weiterer Satz von Betriebsparametern die Ausrichtung des Reflektors gegenüber der auf ihn einfallenden Strahlung.

Figur 4 zeigt schematisch eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei ein Querschnitt durch eine Hälfte einer Druckzelle 50 eines Rinnenkollektors dargestellt ist. Die nicht dargestellte andere Hälfte ist symmetrisch zur dargestellten Hälfte bezüglich der Symmetrielinie 51. Zur Entlastung der Figur sind die weiteren Komponenten, wie sie beispielhaft in Figur 3 dargestellt sind, weggelassen.

Eine obere, transparente Membran 52 und eine untere Membran 53 bilden eine am Rahmen 54 angeordnete Druckzelle 50, die eine Konzentratoranordnung 55 einschliesst. Die Konzentratoranordnung 55 besteht bei der gezeigten Ausführungsform aus drei teilweise ineinander gelegten Konzentratormembranen 56 bis 58, wobei die oberste Konzentratormembran 56 mit einer reflektierenden Schicht versehen ist. Ihrer Aussenkante entlang sind die Konzentratormembrane 56 bis 58 aufeinander liegend durch eine Längsschiene 59 fest gefasst, die ihrerseits über ein Spannelement 60 mit dem Rahmen 54 verbunden ist. An ihrer Innenseite entlang sind die Membrane 56 bis 58 einzeln an einem Mittelstreifen 62 angeordnet, wobei die Membrane 58 und 59 auch hier via Spannelemente 61 und 62 befestigt sind. Drei Ventilatoren 63 bis 65 stellen die für den Betrieb notwendigen Drücke in den durch die Membrane 56 bis 58 gebildeten Räumen dar. Diese Anordnung ist in der WO 2010 / 037243 beschrieben und dem Fachmann bekannt. Durch die nur abschnittsweise aufeinander aufliegenden Membrane 56 bis 58 ergeben sich drei Abschnitte 66 bis 68 mit verschiedener sphärischer Krümmung der reflektierenden Membran 56, wodurch deren

Krümmung verbessert an eine Parabel angenähert ist und die Strahlung entsprechend verbessert gegen das Absorberrohr 69 konzentriert und damit eine höhere Konzentration erreicht wird.

Vorliegend sind vier Druckräume, nämlich der obere Bereich 70 der Druckzelle 50, der untere Bereich 71 der Druckzelle sowie der erste und der zweite Druckraum 72,73 zwischen den Konzentratormembranen 56 bis 58 und drei Spannelemente 60 bis 62 vorgesehen, bzw. vier Betriebsparameter betreffend Druck und drei Betriebsparameter betreffend Spannung, wobei eine Abweichung jedes dieser Betriebsparameter zu einer Reduktion der erreichbaren Konzentration des Kollektors führt. Wie erwähnt sind aber auch andere Betriebsparameter je nach der konkreten Konstruktion vorhanden, oder, bei einer einfachen oder stand-alone Ausführung nur ein einziger. Für alle Betriebsparameter gilt jedoch, dass der Fachmann, der den konkreten Kollektor konzipiert hat, deren Einfluss auf die Wirkungsweise des Kollektors kennt und somit bei einer unerwünschten Abweichung der Konzentration die angezeigte Korrektur der jeweiligen Betriebsparameter definieren kann.

Messpunkte 31 liegen auf einer in der Druckzelle 50 angeordneten Schiene 75, deren Aufhängungen 76 in der Druckzelle 50 nur schematisch durch Befestigungen 72 dargestellt ist. Mindestens ein Messpunkt 31 pro Abschnitt 66 bis 68, vorzugsweise 10, besonders bevorzugt 20 oder mehr als 20, sind vorgesehen. Dabei können an jedem Messpunkt 31 die Sensoren 30 angeordnet sein oder beispielsweise Glasfaserleitungen, wie dies in Zusammenhang mit Figur 2 beschrieben ist.

Die Sensoren 30 messen vorbestimmte Eigenschaften der aktuell reflektierten Strahlung, hier deren Intensität bzw. Energiedichte (W/m^2), welche ein direktes Mass für die gewünschte Konzentration ist. Da nun nicht die Summe der Leistung der Sonnenstrahlen, sondern die Verteilung der Energiedichte detektiert werden soll, macht es Sinn, die Schiene 75 im Abstand vom Absorberrohr 69 anzuordnen, einerseits damit die Sensoren 30 als handelsübliche (und damit günstige und robuste) Photozellen ausgebildet sein können und andererseits damit ohne konstruktive Probleme eine genügende bzw. auch hohe Anzahl an Messpunkten 31 vorgesehen werden kann, um auf einfache Weise eine gewünschte hohe Auflösung der Messung sicherzustellen.

Mit anderen Worten zeigt die Figur eine bevorzugte Ausführungsform einer Reflektoreinheit mit einem Reflektor, der in einem Querschnitt mindestens angenähert parabelförmig ausgebildet ist und die ein Absorberelement für reflektierte Strahlung aufweist, und wobei eine Anzahl von

Messpunkten im Strahlungspfad vor dem Absorberelement in einer Reihe derart angeordnet sind, dass die reflektierte Strahlung entlang dieses Querschnitts gemessen werden kann.

Figur 5 zeigt qualitativ den Verlauf der von den Sensoren 30 in der Ausführungsform von Figur 4 ermittelten Messwerte 78 bei korrekter Ausrichtung und Krümmung der Konzentratoranordnung 55. Diese Messwerte bilden ein Muster von vorbestimmten Eigenschaften der aktuell reflektierten Strahlung, hier ein gemessenes Intensitätsmuster der reflektierten Sonnenstrahlung.

Generell ist es so, dass die Intensität der aus den äusseren Randbereichen des Konzentrators reflektierten Strahlung schwächer ist als diejenige aus den innen gelegenen Randbereichen. Dies, weil die äusseren Randbereiche zur einfallenden Sonnenstrahlung stärker geneigt sind, d.h. pro Oberflächeneinheit weniger Strahlung empfangen wird, und weil auf Grund des Öffnungswinkels der Sonne die Sonnenstrahlung nicht parallel, sondern konvergierend einfällt und entsprechend nicht parallel, sondern divergierend reflektiert wird, so dass die erreichbare Konzentration aus den äusseren, weiter entfernten Bereichen zwingend reduziert ist.

Entsprechend das in der Figur dargestellte gemessene Intensitätsmuster mit den Messwerten, die auf den Kurven 80 bis 82 liegen, welche Kurven den Messwerten aus den Abschnitten 66 bis 68 entsprechen. Bei Beschattung kann sich ein Intensitätsmuster entsprechend den Kurven 83 bis 85 ergeben. Bei einem Fehler in der Krümmung des Konzentrators (s. den einfallenden Sonnenstrahl 22 und dessen reflektierter Strahl 23 von Figur 3) ein Intensitätsmuster gemäss der Kurve 86.

Oben ist erwähnt, dass das Intensitätsmuster gemäss den Kurven 80 bis 82 einer korrekten Ausrichtung des Kollektors gegenüber dem Sonnenstand bei einer korrekten Krümmung der Konzentratoranordnung 55 entspricht. Damit kann das im konkreten Fall einmal aufgenommene Intensitätsmuster 80 bis 82 als Ausrichtungs-Referenzintensitätsmuster für die korrekte bzw. Soll-Ausrichtung aufgenommen und im Speicher für Referenzmuster 36 (Figur 3) abgelegt werden.

Bevorzugt werden weitere Referenzmuster abgelegt, neben einem Ausrichtungs-Referenzintensitätsmuster für die korrekte Ausrichtung des Reflektors gegenüber der Sonne auch ein Soll-Referenzintensitätsmuster, das der Soll-Geometrie der Krümmung der Reflektoroberfläche entspricht oder ein Deformations-Referenzintensitätsmuster, das einer vorbestimmten Deformation der Krümmung der Reflektoroberfläche entspricht, oder weitere Intensitätsmuster, die der Fachmann nach Bedarf definieren kann.

Werden beispielsweise Ausrichtungs-Referenzmuster für eine fehlerhafte Ausrichtung, besonders bevorzugt zu beiden Seiten der einfallenden Sonnenstrahlung, im Speicher 36 abgelegt und das Intensitätsmuster der aktuell reflektierten Strahlung mit diesen Referenzmustern in der Auswert-

5 einheit 35 verglichen, kann neben der korrekturbedürftigen Lage auch zugleich die Richtung der Korrektur erkannt und durch die Steuerung 38 (Figur 3) ausgelöst werden. Vorzugsweise erfolgen die Schritte von der Aufnahme eines aktuellen Intensitätsmusters bis zur Korrektur durch die Steuerung verzugslos. Möglich ist aber auch, die Korrektur durch die Steuerung in Intervallen zu initiieren oder von der Zustimmung einer Bedienperson abhängig zu machen. Ebenfalls möglich ist

10 es, die Korrektur durch die Steuerung von der Interpretation des aktuell gemessenen Intensitätsmusters durch die Bedienperson abhängig zu machen. In diesem Fall umfasst die Auswerteinheit 35 eine Anzeigeeinheit der durch sie aufbereiteten Signale der Sensoren 31 für eine Bedienperson.

15 Analog können unerwünschte Abweichungen von der Soll-Krümmung des Reflektors definiert und als Referenzmuster abgelegt werden, wobei dann die Korrekturen fallweise automatisch ablaufen oder von einer Bedienperson ausgelöst werden. Alternativ ist es auch möglich, das Intensitätsmuster der aktuell reflektierten Strahlung durch eine Anzeigeeinheit einer Bedienperson anzuzeigen, die ihrerseits durch einen Vergleich mit einem vorbestimmten Referenzmuster (beispielswei-

20 se richtige Ausrichtung oder richtige Krümmung) Fehler in den aktuellen geometrischen Eigenschaften des Reflektors erkennt und bei Abweichungen die entsprechenden Betriebsparameter zu einem von ihr definiertem Zeitpunkt manuell verändert.

Im Ganzen ergibt sich ein Verfahren zur Vermessung eines Reflektors für Strahlung in dessen Be-

25 trieb, bei dem zur Bestimmung der aktuellen Reflektionseigenschaften des Reflektors in einer im Pfad der vom Reflektor reflektierten Strahlung vorgesehenen Anzahl von mindestens einem Messpunkt das Muster von vorbestimmten Eigenschaften der aktuell reflektierten Strahlung gemessen und mit einem vorbestimmten Referenzmuster verglichen wird, wobei aus dem Vergleich auf die aktuellen geometrischen Eigenschaften des Reflektors geschlossen und bei unerwünsch-

30 ten geometrischen Eigenschaften entsprechende Betriebsparameter des Reflektors verändert werden.

Insbesondere wird bei einer unerwünschten Abweichung des Intensitätsmusters von einem Referenzintensitätsmuster ein die Reflektionseigenschaften des Reflektors beeinflussender Parameter angesteuert, um das Mass der unerwünschten Abweichung des Intensitätsmusters zu verkleinern.

- 5 Aus den oben geschilderten Verfahrensschritten ergibt sich weiter ein Betriebsverfahren bei welchem in einem ersten Schritt zu erstellende Referenzmuster, in einem zweiten Schritt die zu den Referenzmustern gehörenden Betriebsparameter bestimmt, in einem dritten Schritt die Betriebsparameter an der Reflektoreinheit eingestellt, in einem vierten Schritt die Messwerte der aktuell reflektierten Strahlung bestimmt und als jeweilige Referenzmuster im Speicher für Referenzmuster abgelegt werden.
- 10

Dazu können durch vorbestimmte Ausrichtung der Reflektoreinheit gegenüber der in sie einfallenden Strahlung Ausrichtungsreferenzmuster erstellt werden, die bevorzugt auch schräg einfallende Sonnenstrahlung entsprechend der wechselnden Tageszeit umfassen.

15

Weiter können durch vorbestimmt verschiedene Druckbeaufschlagung und/oder Aufspannung eines als in einer Druckzelle mit Druck beaufschlagten, als Konzentrator-Membran ausgebildeten Reflektors Deformations-Referenzmuster erstellt werden.

- 20 Schliesslich kann durch korrekte Einstellung von Betriebsparametern der Reflektoreinheit ein Soll-Referenzmuster erstellt werden.

Figur 6 zeigt eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Dargestellt ist ein Parabol-Kollektor 90, bestehend aus paraboloid-förmigen Einzelspiegeln 91, die auf einem Rahmen 92 angeordnet und gegen einen gemeinsamen, gestrichelt angedeuteten Brennbereich 93 ausgerichtet sind, in welchem ein Absorberelement 94 angeordnet ist. Einfallende Sonnenstrahlung 95,95' wird als reflektierte Strahlung 96,96' gegen den Brennbereich 93, d.h. das Absorberelement 94 gerichtet. Solch eine Anordnung erlaubt grundsätzlich höhere Konzentrationen, als sie mit Rinnenkollektoren erreichbar sind (die theoretisch maximal mögliche Konzentration des Rinnenkollektors beträgt 216, diejenige des Parabol-Kollektors über 40'000).

25

30

In der Figur ist ein Gitter 97 angedeutet, an dessen Ecken Messpunkte 31, die hier mit Sensoren 30 besetzt sind. Die Sensoren 30 messen hier ebenfalls bevorzugt die Energiedichte der aktuell

von jedem Einzelspiegel 91 am Ort des jeweiligen Messpunkts 31 zum Brennbereich 93 reflektierten Strahlung.

5 Sind die Einzelspiegel 91 identisch gebaut und befindet sich jeder Messpunkt 31 in derselben Relativposition zu dem ihm zugeordneten Einzelspiegel 91 genügt ein Messpunkt 31 pro Einzelspiegel 91, um die korrekte/ nicht korrekte Ausrichtung des zugeordneten Einzelspiegels 91 zu erkennen, da bei richtiger Ausrichtung jeder Sensor 30 dieselbe Intensität der reflektierten Strahlung 96' misst. Sind die Einzelspiegel 91 nicht identisch gebaut, kann entsprechend der obigen Ausführungen nach einer Kalibrierung der Ausrichtung der Einzelspiegel 91 ein Ausrichtungs-
10 Referenzintensitätsmuster aufgenommen und gespeichert werden.

Bei einer nicht dargestellten Ausführungsform sind für jeden der Einzelspiegel mehrere Messpunkte vorgesehen, die neben der Ausrichtung der Einzelspiegel noch die Erfassung von Abweichungen in der Krümmung erlauben, analog zu dem anhand der Figuren 3 bis 5 dargestellten Verfahren.
15

Die Ausbildung und Anordnung des Gitters 97 mit den daran vorgesehenen Messpunkten 98 kann durch den Fachmann anhand des konkreten Kollektors leicht vorgenommen werden.

20 Figur 7 zeigt den Querschnitt durch eine Schiene 26,27 (Figur 3) bzw. eine Schiene 75 (Figur 4) oder einem Ast des Gitters 97 (Figur 6).

Dargestellt ist ein Querschnitt durch einen Sensor 30 auf einer Schiene 26,27 oder 75, die ihrerseits ein kastenförmiges Profil 100 aufweist, das auf einer Seite offen ist und dort über Nuten 101 eine Trägerplatte 102 hält. Auf der dem Inneren des Profils 100 zugewendeten Seite 103 der Trägerplatte 102 befindet sich eine Auswerteelektronik 104 für die Signale einer auf der äusseren Seite 105 der Trägerplatte 102 angeordneten Photodiode 106. Da die die äussere Seite 104 dem Konzentrator 13 (Figur 2) bzw. der Konzentratoranordnung 55 (Figur 4) zugewendet ist, fällt reflektierte Strahlung 6',7',23 (Figur 2) auf die Photodiode 106. Eine für die zu erfassende Strahlung
25 transparente Hülle 107 umgibt die Photodiode und schützt diese vor Verschmutzung. Die Hülle 107 (die ihrerseits als Profil ausgebildet ist) kann mit einer halbdurchlässigen Schicht 108 bedampft sein, um die Intensität der einfallenden Strahlung 6',7',23 (Figur 2) zu reduzieren, was den Einsatz von herkömmlichen Photodioden erlaubt. Der Fachmann kann dann die Auswerteelektronik 104 derart auslegen, dass diese trotz dem durch die Beschichtung 108 reduzierten Strahlungs-
30

einfall ein der realen reflektierten Strahlung entsprechendes Signal an die Auswertereinheit 35 (Figur 3) übermittelt. Schematisch angedeutet ist eine Signalleitung 109, die von der Auswerteelektronik 104 zur Leitung 32 (Figur 2) läuft, die ihrerseits die Signale der Auswerteelektronik 104 zur Auswertereinheit 35 (Figur 3) leitet.

5

Die in den Figuren 2 und 3 gezeigte Schiene 26,27 bzw. die Schiene 75 von Figur 4 läuft in Richtung der Krümmung des Konzentrators 13 (Figuren 2,3) bzw. der Konzentratoranordnung 55 (Figur 4), wobei die auf der Schiene 26,27,75 angeordneten Messpunkte 31 bzw. Sensoren 30 hintereinander in einer Linie liegen, welche der Krümmung des Konzentrators 13 bzw. der Konzentra-

10 toranordnung 55 folgt. Der Fachmann kann aber eine andere Anordnung der Messpunkte 31 je nach Zweckmässigkeit im konkreten Fall bestimmen.

Bei der in der Figur 7 gezeigten Anordnung bildet das Profil 100 zweckmässigerweise zugleich die Schiene 26,27,75, während die Abdeckung 108 durchgehend ausgebildet ist oder nicht, jedenfalls

15 am Ort jedes durch die Photodiode 106 und die Auswerteelektronik 104 gebildeten Sensors 30 vorgesehen ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vermessung eines Reflektors für Strahlung in dessen Betrieb, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der aktuellen Reflektionseigenschaften des Reflektors in einer
5 im Pfad der vom Reflektor reflektierten Strahlung (6',7',23,95',96') vorgesehenen Anzahl von mindestens einem Messpunkt (30) das Muster von vorbestimmten Eigenschaften der aktuell reflektierten Strahlung (6',7',23,95',96') gemessen und mit einem vorbestimmten Referenzmuster (80 bis 82, 83 bis 85) verglichen wird, wobei aus dem Vergleich auf die aktuellen geometrischen Eigenschaften des Reflektors geschlossen und vorzugsweise bei unerwünschten
10 geometrischen Eigenschaften entsprechende Betriebsparameter des Reflektors verändert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Soll - Referenzintensitätsmuster der Soll-Geometrie
15 der Krümmung der Reflektoroberfläche entspricht und eine Abweichung des aktuell gemessenen Intensitätsmusters vom Soll - Referenzintensitätsmuster als Abweichung der Reflektoroberfläche von ihrer Soll-Krümmung interpretiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Deformations - Referenzintensitätsmuster einer vorbestimmten Deformation der Krümmung der Reflektoroberfläche entspricht und aus einer
20 Übereinstimmung mit dem aktuell gemessenen Intensitätsmuster auf die aktuelle Deformation der Reflektoroberfläche geschlossen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Ausrichtungs-Referenzintensitätsmuster einer vorbestimmten Ausrichtung des Reflektors gegenüber der zu reflektierenden Strahlung entspricht
25 und eine Abweichung des aktuell gemessenen Intensitätsmusters vom Ausrichtungs-Referenzintensitätsmuster als Abweichung der Reflektoroberfläche von ihrer Soll-Ausrichtung interpretiert wird.
- 30 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei eine Anzahl von Messpunkten (31) entlang einer Linie gruppiert werden, die für die Krümmung des Reflektors charakteristisch ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Reflektor als im Betrieb druckbeaufschlagte Konzentrator-Membran (13,55) zur Konzentration von Sonnenstrahlung

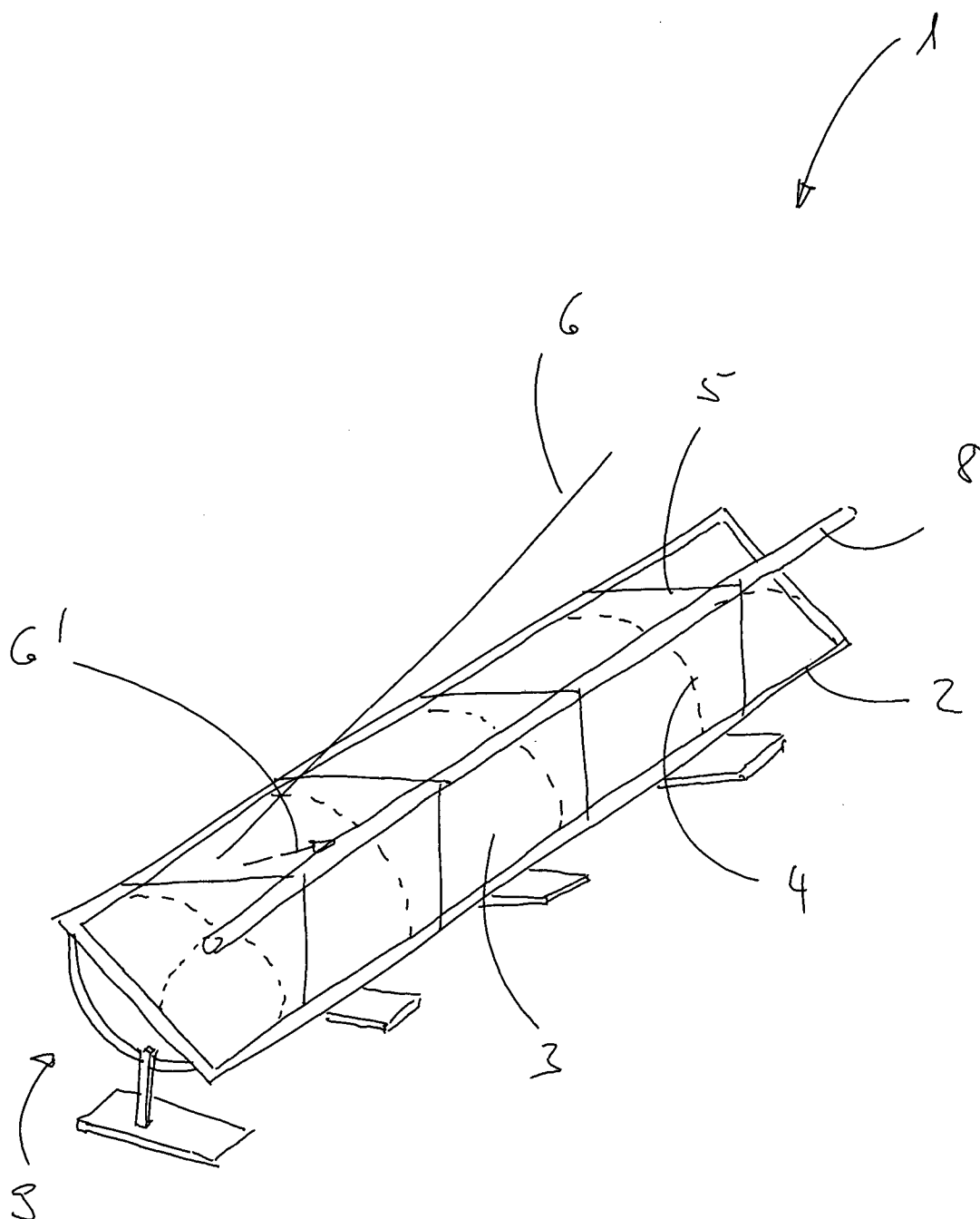
(6,7,22,96,97) ausgebildet ist und wobei durch den mindestens einen Messpunkt (30) die Intensität der reflektierten Sonnenstrahlung (6',7',23,95',96') gemessen wird.

- 5 7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei bei einer unerwünschten Abweichung des aktuell gemessenen Intensitätsmusters von einem Referenzintensitätsmuster ein die Reflektionseigenschaften des Reflektors beeinflussender Parameter angesteuert wird, um das Mass der unerwünschten Abweichung des Intensitätsmusters mindestens zu verkleinern.
- 10 8. Reflektoreinheit zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1, die einen Reflektor mit einem Pfad für von ihm reflektierte Strahlung aufweist, gekennzeichnet durch eine Anzahl von mindestens einem, im Strahlungspfad angeordneten Messpunkten (31) und diesen Messpunkten zugeordneten Sensoren (30) zur laufenden Messung des durch die Anordnung der Messpunkte (31) gegebenen Musters von vorbestimmten Eigenschaften der aktuell reflektierten Strahlung (6',7',23,95',96'), und einer Auswertereinheit (35) zur Aufbereitung der Signale der Sensoren (30) für eine Anzeigeeinheit und/oder für eine Steuerung (38) von Betriebsparametern der Reflektoreinheit.
- 15 9. Reflektoreinheit nach Anspruch 8, wobei sie weiter einen Speicher (36) für die Speicherung von Referenzmustern (80 bis 82, 83 bis 85) aufweist, und die Auswertereinheit (35) ausgebildet ist, das laufend gemessene Muster mit mindestens einem der gespeicherten Referenzmuster (80 bis 82, 83 bis 85) laufend zu vergleichen, dem Vergleich entsprechende Signale zu generieren, und wobei weiter eine Steuerung (38) für Betriebsparameter der Reflektoreinheit vorgesehen ist, die ausgebildet ist, im Betrieb der Reflektoreinheit Betriebsparameter entsprechend der von der Auswertereinheit (35) übermittelten Signale zu verändern.
- 20 10. Reflektoreinheit nach Anspruch 8 oder 9, wobei ein erster Satz von Betriebsparameter die die Geometrie der Krümmung der Oberfläche des Reflektors und/oder ein weiterer Satz von Betriebsparametern die Ausrichtung des Reflektors gegenüber der auf ihn einfallenden Strahlung (6,7,22,96,97) betreffen .
- 30 11. Reflektoreinheit nach Anspruch 8, wobei der Reflektor in einem Querschnitt mindestens annähernd parabelförmig ausgebildet ist und ein Absorberelement (8, 69) für reflektierte Strahlung (6',7',23,95',96') aufweist, und wobei eine Anzahl von Messpunkten (31) im Strah-

lungspfad vor dem Absorberelement (8,69) in einer Reihe derart angeordnet sind, dass die reflektierte Strahlung (6',7',23,95',96') entlang dieses Querschnitts gemessen werden kann.

12. Reflektoreinheit nach einem der Ansprüche 8 bis 11, die als Solarkollektor (1) mit einem als
5 Konzentrator (13,55) ausgebildeten Reflektor ausgebildet ist, wobei der mindestens eine Sensor (30) ausgebildet ist, die Energiedichte der am ihm zugeordneten Messpunkt (31) herrschenden, reflektierten Sonnenstrahlung (6',7',23,95',96') zu messen.
13. Reflektoreinheit nach Anspruch 12, wobei der Sensor als Photodiode (106) ausgebildet ist.
10
14. Reflektoreinheit nach den Ansprüche 10 und 12, die als Rinnenkollektor (1) mit einer in einer Druckzelle (3,50) aufgespannten, im Betrieb druckbelasteten Konzentrator-Membran (13,55) ausgebildet ist, wobei die Steuerung (38) für Betriebsparameter ausgebildet ist, Parameter für den auf der Konzentrator-Membran (13,55) lastenden Betriebsdruck und/oder die Betrie-
15 besspannung einer Spanneinrichtung (60 bis 62) für die Konzentrator-Membran (55) derart zu verändern, dass sich deren Krümmung verändert.
15. Verfahren zum Betrieb einer Reflektoreinheit nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Schritt zu erstellende Referenzmuster (80 bis 82, 83 bis 85), in einem
20 zweiten Schritt die zu den Referenzmustern (80 bis 82, 83 bis 85) gehörenden Betriebsparameter bestimmt und in einem dritten Schritt die Betriebsparameter an der Reflektoreinheit eingestellt werden, worauf in einem vierten Schritt die Messwerte der aktuell reflektierten Strahlung (6',7',23,95',96') bestimmt und als jeweilige Referenzmuster (80 bis 82, 83 bis 85) im Speicher für Referenzmuster (80 bis 82, 83 bis 85) abgelegt werden.
25
16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei durch vorbestimmte Ausrichtung der Reflektoreinheit gegenüber der in sie einfallenden Strahlung Ausrichtungs-Referenzmuster (80 bis 82, 83 bis 85) erstellt werden, die bevorzugt auch entsprechend der wechselnden Tageszeit verschieden schräg einfallende Sonnenstrahlung umfassen.
30
17. Verfahren nach Anspruch 15, wobei durch vorbestimmt verschiedene Druckbeaufschlagung und/oder Aufspannung eines als in einer Druckzelle (3,50) mit Druck beaufschlagten, als Konzentrator-Membran (13,55) ausgebildeten Reflektors Deformations-Referenzmuster (80 bis 82, 83 bis 85) erstellt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 15, wobei durch korrekte Einstellung von Betriebsparametern der Reflektoreinheit ein entsprechendes Soll-Referenzmuster (80 bis 82, 83 bis 85) erstellt wird.



Q. 1

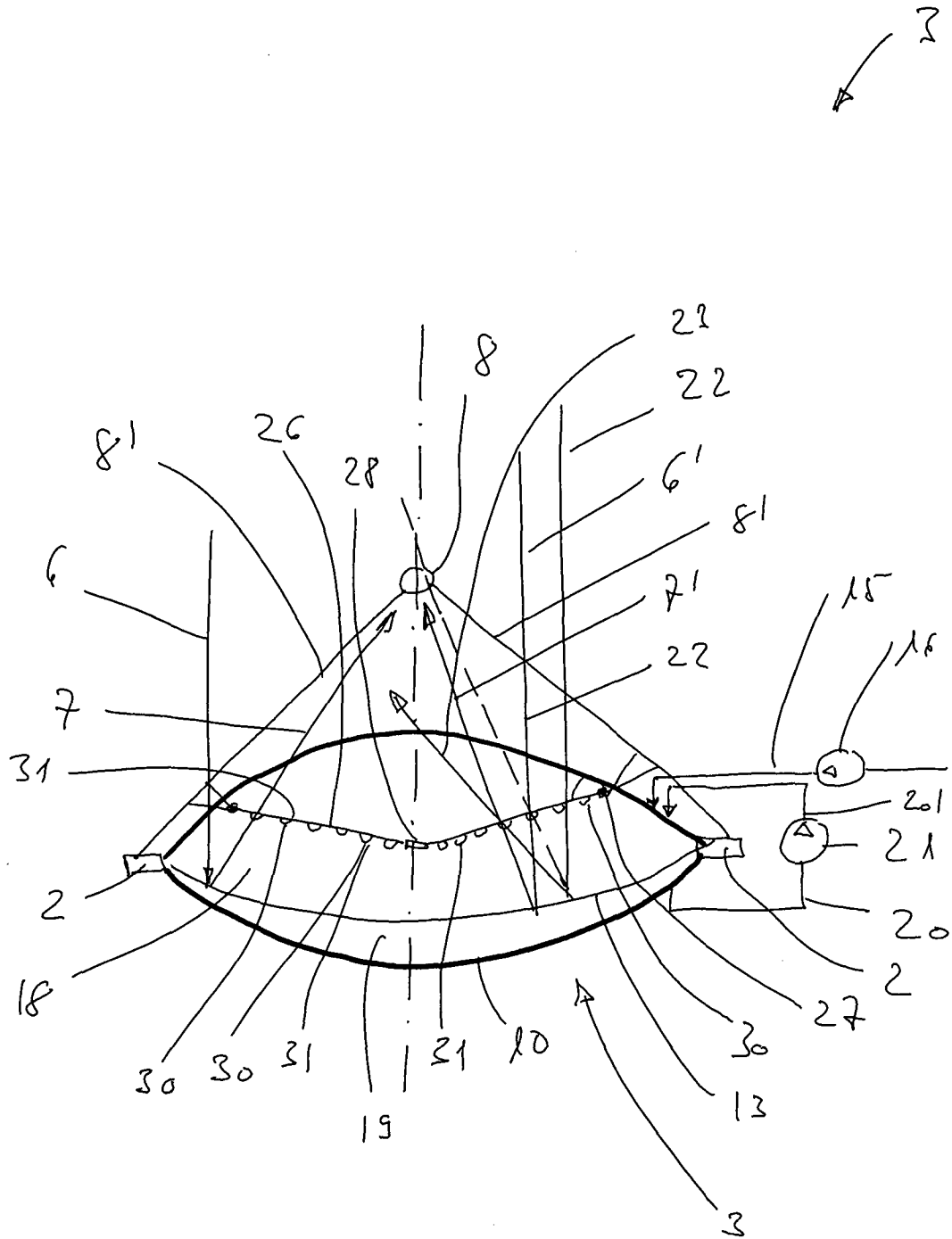


Fig 2

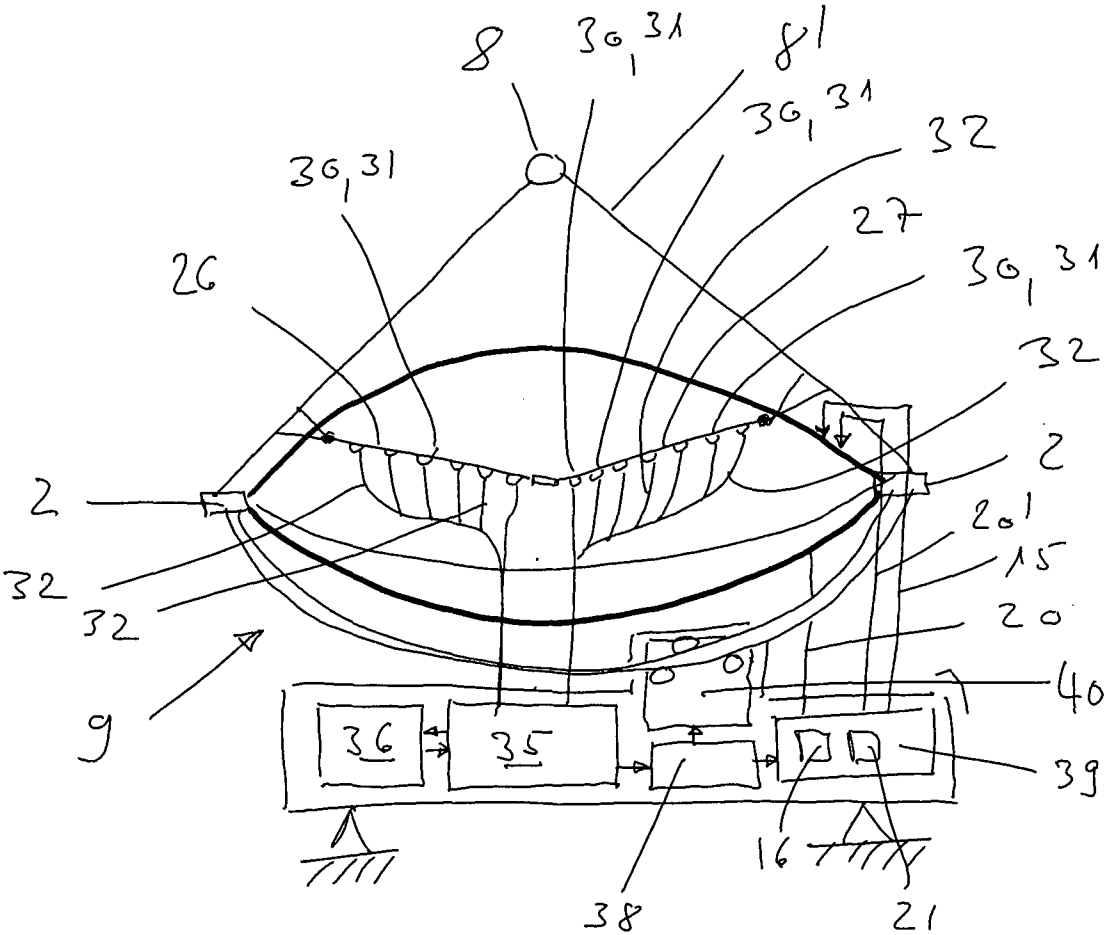


Fig 3

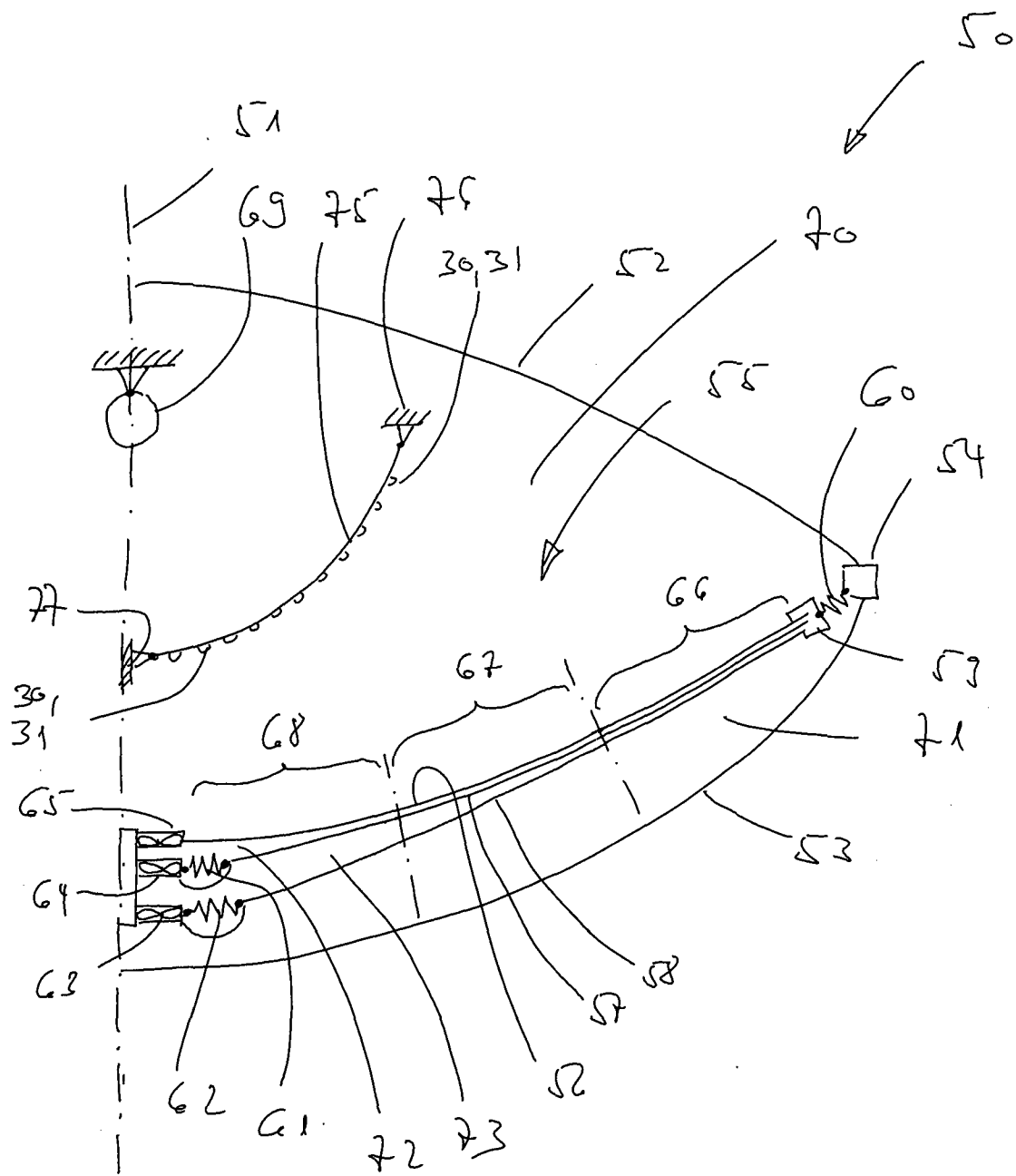


Fig 4

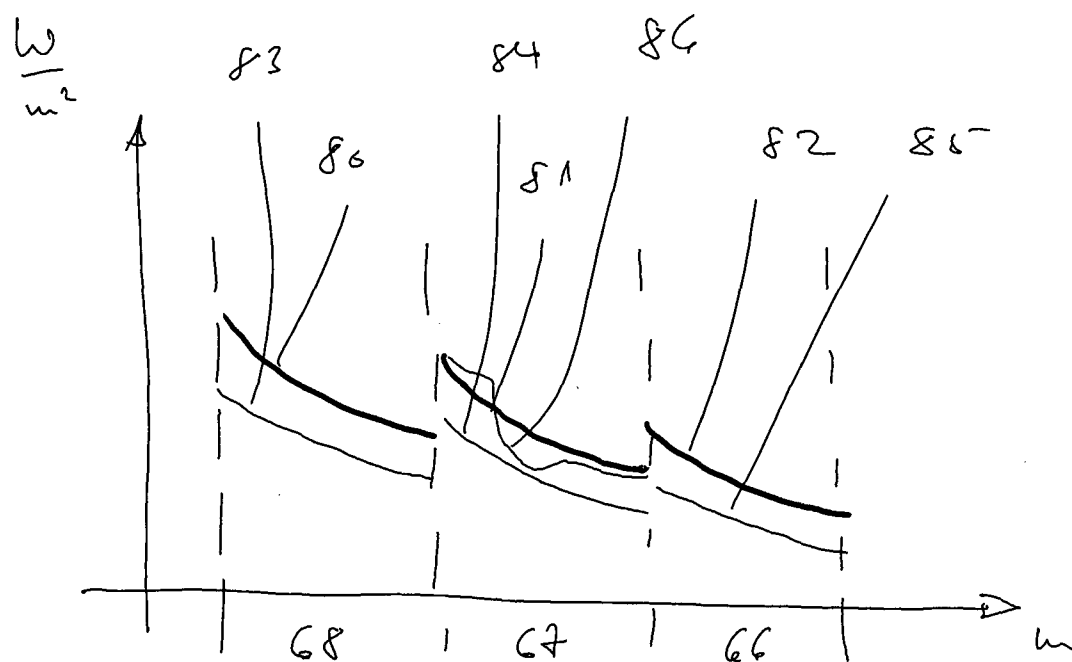


Fig 5

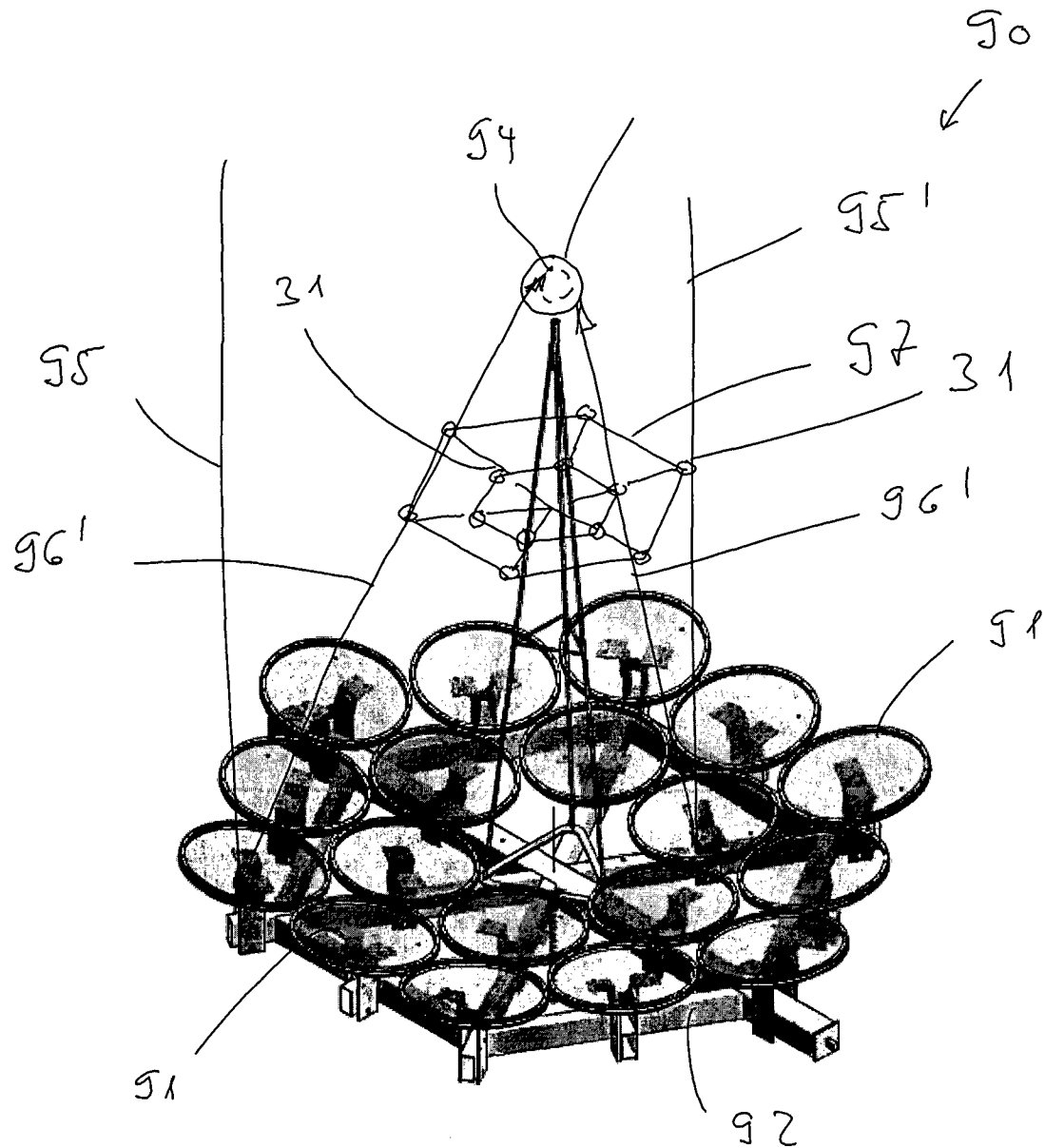


Fig 6

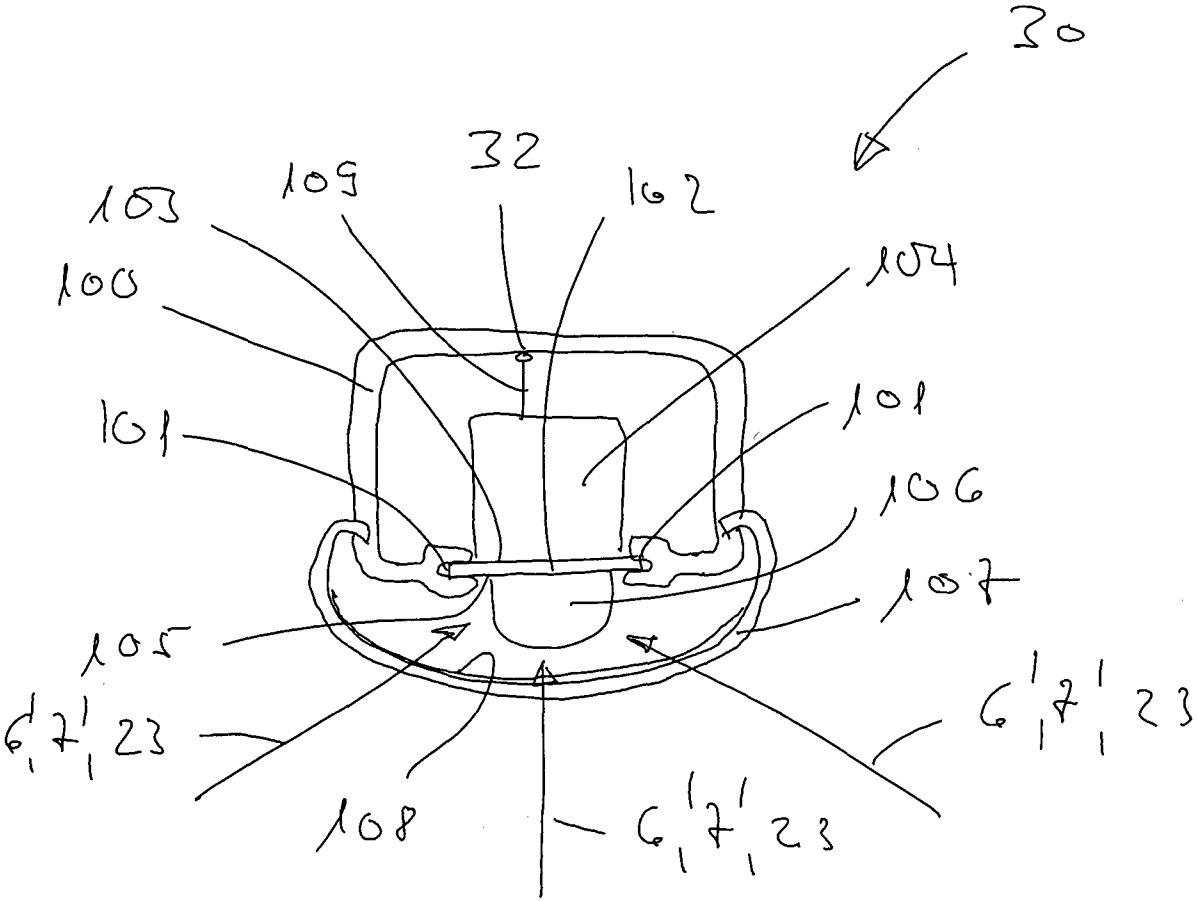


Fig 7