

(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
16. März 2006 (16.03.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/027220 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F24J 2/52 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/009593

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. September 2005 (07.09.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10/935,396 8. September 2004 (08.09.2004) US

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: LAING, Nikolaus, Johannes [DE/DE]; Klingelbrunnenweg 4, 71686 Remseck (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LAING, Inge [US/US]; 1253 La Jolla Rancho Raod, La Jolla, CA 92037 (US). HESSE, Andreas [DE/DE]; Bruchstrasse 89, 57462 Olpe (DE).

(74) Anwalt: BOGENSBERGER PATENT- UND MARKENBÜRO; Austrasse 79, FL-9490 Vaduz (LI).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

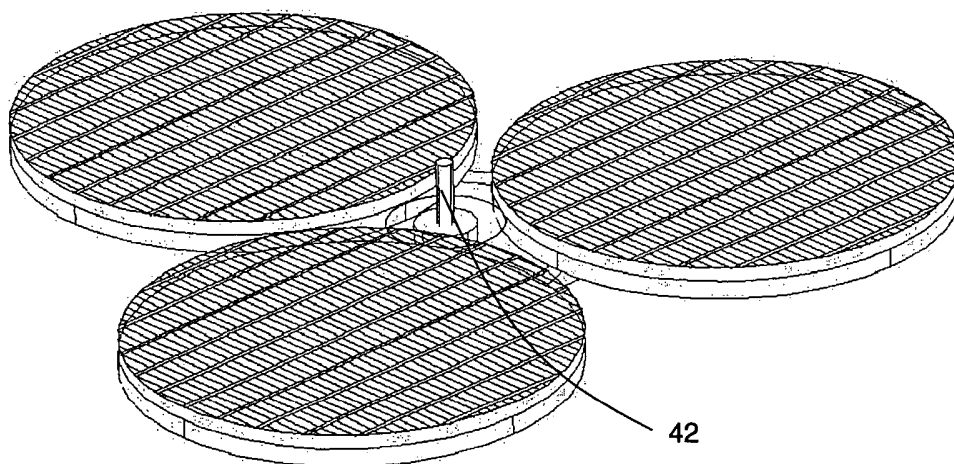
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FLOATING SOLAR PLATFORM

(54) Bezeichnung: SCHWIMMENDE SOLARPLATTFORM



(57) Abstract: The invention relates to a system for producing solar power, comprising a rotating, circular platform that produces solar power and rotates about a vertical axis. Said platform (5, 6, 7) is provided with a plurality of floating troughs (9, 90, 91) with photoelectric cells (187, 199) which are covered by concentrating lenses (92, 182, 192). The platform (5, 6, 7) is surrounded by a circular, floating ring (10, 36) which is held in place by a device that grips only one area of the circumference of said floating ring (10, 36).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein System zur Erzeugung von Solar-Elektrizität, bestehend aus einer rotierenden, kreisförmigen, Solarstrom erzeugenden Plattform, die um eine vertikale Achse rotiert, wobei die Plattform (5, 6, 7) eine Vielzahl von schwimmenden Trögen (9, 90, 91) mit Photozellen (187, 199) enthält, die mit konzentrierenden Linsen (92, 182, 192) abgedeckt sind, wobei die Plattform (5, 6, 7) von einem kreisförmigen, schwimmenden Ring (10, 36) umgeben ist, der von einer an nur einem Bereich seines Umfanges angreifenden Vorrichtung in seiner Lage gehalten wird.



WO 2006/027220 A2



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

- 1 -

SCHWIMMENDE SOLARPLATTFORM

Es sind photovoltaische Kraftwerke bekannt, die eine Anzahl von Konzentratoren enthalten, die in kreisrunden Plattformen zusammengefasst sind, die der Sonne folgend um die Hochachse schwenken. Eine vorteilhafte Lösung sieht einen schwimmenden Ring vor, der die Konzentratoren umgibt. Der schwimmende Ring liegt dabei zwischen drei um den Ring herum angeordneten Rollen und wird so in seiner Lage fixiert.

Der Nachteil dieser Methode besteht darin, dass die drei Rollen im Erdreich fixiert sein müssen, was drei Durchbrüche in der Schicht, z.B. einer Kunststoff-Folie, die den Wasserkörper vom Erdboden trennt, erfordert. Diese Durchbrüche sind nur selten für längere Zeit zuverlässig abzudichten, sie führen oft zu laufendem Wasserverlust. Außerdem ist durch drei derartige Rollen der Standort der Plattform bleibend festgelegt.

Die Erfindung zeigt eine Lösung, die diese Nachteile nicht aufweist.

Gemäss der Erfindung wird der schwimmende Ring zwischen drei Rollen gefangen. Die Rollen sind auf einem Sockel z.B. aus Beton drehbar befestigt, wobei vorteilhaft zwei Rollen an der Innenseite des Ringes abrollen, während die dritte Rolle an der Außenseite des Ringes angreift. Es ist möglich, dass eine außenseitig angreifende Rolle gleichzeitig an drei Plattformen abrollt, wodurch ein Plattform-Triad entsteht. Die Unterseite des Sockels ist so glatt und eben, dass ein Verschieben der gesamten Einheit von Ringen und Sockel möglich ist.

Damit Ringe von vielen Metern Durchmesser dem geometrischen Kreis exakt folgen, sieht die Erfindung von außen angreifende Rollen vor, die durch geeignete Führungen gegen den Umfang eines Ringes gepresst werden. Eine der innen oder außen am Ring liegenden Rollen wird angetrieben und überträgt das Drehmoment auf

BESTÄTIGUNGSKOPIE

- 2 -

den schwimmenden Ring. Vorteilhaft wird hierzu eine von außen angreifende Rolle, die oberhalb des Wasserspiegels angebracht wird, also von Luft umgeben ist, eingesetzt.

5 Damit die drei Plattformen eines Triads genau synchron um einen bestimmten Winkel weiter gedreht werden können, sieht die Erfindung in einer Ausführungsform eine Kette vor, die z.B. auf dem Ring montiert ist und in die ein Zahnkranz eingreift. An die Stelle von Zahnrädern kann auch ein elektronisch gesteuerter Ring treten, der an Stelle von Zähnen optische oder magnetische Markierungen aufweist.

10

An Stelle einer Steuerung durch die Sonnenbewegung werden gemäss der vorliegenden Erfindung vorzugsweise berechnete Signale eingesetzt. Die Umsetzung dieser Signale auf die Drehung der Plattform würde bei Reibradantrieb aber an der schlupfbehafteten Übertragung des Drehmomentes vom Reibrad auf die Plattform scheitern. Deshalb ist eine digitale Übertragung zwischen dem Getriebe und der Plattform einzuschalten, wie sie durch Zahnradübertragung möglich ist. Falls die Plattform nicht mit Zähnen versehen werden kann, sieht die Erfindung einen Kranz von Signalgebern auf der Plattform vor. Diese können zum Beispiel reflektierende Plättchen sein, die den Lichtstrahl eines Sensors reflektieren. Bei dieser Methode wird über einen Prozessor die Drehgeschwindigkeit der Plattform errechnet. Übersteigt diese den Sollwert, so wird die Drehzahl des Getriebemotors etwas herabgesetzt, liegt diese unter dem Sollwert, so erfolgt die Erreichung des Sollwertes durch Beschleunigung des Motors.

15

20

25

An die Stelle einer optischen Zählung der mitumlaufenden Signalgeber kann auch ein magnetischer Sensor treten, der die Magnetfeldänderung von ferro- oder permanentmagnetischen Signalgebern registriert. Auch kann die Reflektion akustischer Signale zum Vergleich mit Sollwerten eingesetzt werden.

- 3 -

Für die Fixierung der die Konzentratoren aufnehmenden Tröge innerhalb des schwimmenden Ringes, sieht die Erfindung Kugellager-tragende strangförmige Trennwände vor, die zwischen den Trögen angeordnet sind. Die Plattformen weisen kein mechanisches Strukturelement im Zentrum der Plattform auf. Dort aber erfolgt
5 die Ausleitung des Stromes durch zwei höchstflexible Leitungen, die die tägliche Drehung der Plattform gestatten. Zur Steuerung der Umlaufgeschwindigkeit kann auch ein Sonnenfinder eingesetzt werden.

Es ist vorteilhaft, wenn der Antrieb des schwimmenden Ringes in zeitlich aufeinanderfolgenden Impulsen erfolgen kann. In Abhängigkeit vom zeitlichen Abstand der
10 Impulse erfährt der Auftreffwinkel geringe Abweichungen vom jeweiligen Sollwert. Die Erfindung gleicht diese Abweichungen aus, indem der Fokus der Konzentratorlinse nicht direkt auf die photovoltaische Zelle gerichtet ist, sondern auf die zur Sonne zeigende Fläche eines Glaskörpers, der die Strahlen durch innere Reflexion
15 mischt und bewirkt, dass diese gleichmäßig verteilt auf eine mit dem Glaskörper verbundene Photozelle auftreffen. Diese Anordnung bewirkt, dass auch dann, wenn die Auftreffrichtung des Strahlenkegels von der Soll-Richtung um erhebliche Winkelbeträge von z.B. $\pm 2^\circ$ abweicht, dennoch der gesamte Strahlungsstrom zur Photozelle gelangt. Die Größe der realisierbaren Toleranz wird durch das Verhältnis der
20 Größe der zur Sonne weisenden Fläche des Glaskörpers zum Durchmesser der Fokalfläche bestimmt. Diese Anordnung kompensiert auch Fehler, die bei der Umsetzung der Impulse in mechanische Abstände im Getriebeaufbau entstehen, so dass die Toleranzen weit größer sein dürfen als bei sonnenfolgenden Getrieben nach dem Stand der Technik. Dies führt in jedem Falle zu einer erheblichen Verbilligung der
25 Herstellungskosten der Getriebe.

Konzentrierende Solarenergiewandler mit mechanischer Nachführung zur Sonne führen zu hohen Wirkungsgraden, benötigen aber bisher Nachführvorrichtungen von der Präzision der Nachführvorrichtungen von Planetarien.

- 4 -

Die Erfindung zeigt also einen Weg, wie hohe Präzision, die hohe Kosten verursacht, vermeidbar ist. Dazu entkoppelt die Erfindung die Ausrichtung der strahlungsaufnehmenden Komponenten von den strahlungsumwandelnden Komponenten, indem die Konzentration der konzentrierenden Vorrichtung zu einem möglichst kleinen Fokalbereich führt, der auf den Glaskörper gerichtet ist, dessen Eintrittsfläche für den extrem konzentrierten Strahlungsstrom um ein Mehrfaches, zum Beispiel um das zwanzigfache größer ist als die Fläche des Fokalbereiches und dass die in den Glaskörper eintretenden Strahlen auf einen Energiewandler, zum Beispiel eine Photozelle geleitet werden, der den Strahlungsstrom in einen Wärmestrom und einen Elektronenstrom aufteilt. Wenn die Sollposition des Fokalbereiches auf der Eintrittsfläche des Glaskörpers im Zentrum dieser Eintrittsfläche liegt, so erlaubt die Erfindung eine Verschiebung dieses Fokalbereiches in horizontaler und rechtwinklig dazu verlaufender Richtung bis der Fokalbereich den Rand der Eintrittsfläche erreicht. Der senkrecht zu den Sonnenstrahlen verschiebbliche Strahl des konzentrierten Strahlungskegels darf also um einen Winkelbetrag, der umso größer ist je kürzer die Fokallänge des Strahlenkegels im Verhältnis zur Erstreckung der Eintrittsfläche in den Glaskörper ist, von der Richtung der Sonnenstrahlen abweichen, ohne dass dadurch Energie des Strahlungsstromes für die Photozelle verloren geht. Das bedeutet, dass auch bei großer Toleranz in der mechanischen Nachführvorrichtung immer eine die verlustfreie Funktion garantierende Genauigkeit erreicht wird, dass also der gesamte konzentrierte Strahlungsstrom genutzt wird.

Die schwimmenden, kreisförmigen Ringe sind von Trennwänden durchzogen, die auf Sehnen verlaufen. In kurzem Abstand voneinander enthalten diese Trennwände Kugellager, durch die an Trögen befestigte Achsstummel gelagert werden, durch die die Tröge schwenkbar sind. Senkrecht zu diesen Trennwänden verlaufen Stahlseile, die so gespannt sind, dass die Kreisform des schwimmenden Ringes gewährleistet ist.

- 5 -

- Die Tröge sind so geformt, dass der in den Wasserkörper hineinragende Bereich bei jeder Winkelstellung eine genau vertikale Auftriebskraft erzeugt, so dass kein Drehmoment entsteht. Die Tröge selbst sind konisch ausgebildet, wodurch sie stapelbar werden, was die Transportkosten zwischen dem Herstellungsort und dem
- 5 Aufstellungsort erheblich herabsetzt. An der zum Wasserkörper weisenden Seite jedes Troges ist eine Auftriebshilfe in Form eines Zylinders mit kreisabschnittförmigem Querschnitt befestigt, die auftriebsbedingte Drehmomente verhindert. Die Tröge sind mit Linsen aus transparentem Kunststoff abgedeckt. Innerhalb eines umschriebenen Kreises sind die Linsen bombiert, der Querschnitt durch die Linse verläuft dort auf einer Kugelfläche, deren Kugelachse den Schnittpunkt der Diagonalen
- 10 des umschriebenen Quadrates durchsetzt. Der kugelausschnittförmige Bereich trägt refraktive Rillen. Die vier Randbereiche weisen eine Rillung auf, die zur Strahlumlenkung eine innere Reflektion erzeugen.
- 15 Die in Längsrichtung der Tröge verlaufenden Kanten der Linsen sind um einen geringen Betrag abgebogen, wodurch sie mit den Wandungen der Tröge um einen geringen Betrag verschiebbar verbunden werden können, so dass sie die Funktion von Strukturelementen übernehmen.
- 20 Die Tröge bestehen jeweils aus einer offenen Wanne, die konisch verlaufende Wandungen aufweist, wodurch die Möglichkeit des Stapelns gegeben ist. Der Trog schwimmt in der Wasserschicht und ist um seine horizontale Achse schwenkbar. Zur Vermeidung der Entstehung eines Drehmomentes ist an der zur Sonne weisenden Wandung eine Auftriebshilfe befestigt, die die Rundung des Bodenbereiches
- 25 fortsetzt. Hierdurch wird der Trog durch Auftrieb getragen, und ein Drehmoment um die Achse vermieden. Das Gewicht der Linse wird durch ein im unteren Bereich des Troges angeordnetes Ausgleichsgewicht kompensiert.

- 6 -

Die Steuerung der azimutalen Geschwindigkeit und die Funktion des Elevationsgetriebes kann durch aufgezeichnete astronomische Daten erfolgen. Die Erfindung aber zieht eine Sonnennachführungseinheit vor, so dass Azimuth und Elevationssteuerung in Abhängigkeit vom Lauf der Sonne erfolgt. Es hat sich aber gezeigt, dass bei Abblockung der Sonnenstrahlen z.B. durch eine Wolke die Gefahr besteht, dass bei Beendigung der Abblockung der Fokus in die neue Position wandert und auf diesem Wege Schaden z.B. durch Verbrennen der Kabelisolation anrichten kann. Die Erfindung verhindert dies durch einen Hilfsantrieb, der bei Aussetzen der sonnengeführten Wanderung die Fortsetzung der dem Azimut folgenden Wanderung , also die Drehung der Plattform übernimmt. Hierbei gilt das Aussetzen der Speisung des Getriebemotors zum Beispiel durch eine Wolke als Signal für die Einschaltung des Hilfsantriebes.

Zur Verhinderung von Verdunstung der Wasserschicht sieht die Erfindung eine dünne Schicht einer hochsiedenden Flüssigkeit vor, die leichter ist als Wasser, die auch die Bildung von Mückenlarven verhindert. In Regionen, in denen Frost zu erwarten ist, sieht die Erfindung vor, dass dem Wasserkörper ein Alkohol, z.B. Glykol; beigemischt wird. Eine andere Lösung zur Verdunstungsverhinderung, aber auch als Schutz gegen Nachtfröste besteht darin, dass zwischen aufeinanderfolgenden Trögen eine flexible Folie angeordnet ist, die die Wasseroberfläche abdeckt. In Gegenden mit Frostgefahr ist eine wärmeisolierende Folie vorgesehen.

Die Erfindung soll anhand von Figuren beschrieben werden:

- Fig. 1 zeigt den Grundaufbau eines Triads
- 25 Fig. 2 zeigt das Zusammenschachteln von Triads
- Fig. 3 zeigt schematisiert einen Vertikalschnitt durch den Zwickelbereich
- Fig. 4 zeigt die Draufsicht auf ein Triad
- Fig. 5 zeigt ein Triad von unten gesehen
- Fig. 6 zeigt einen Antrieb mit einem Zentralrad und Rollenketten

- 7 -

- Fig. 7 zeigt eine Übertragungsanordnung mit Kettenrädern
 Fig. 8 zeigt eine Anordnung der treibenden und führenden Rollen
 Fig. 9 zeigt den Trog und die Linsen mit Auftriebshilfe
 Fig. 10 zeigt die Endwand eines Troges
 5 Fig. 11 zeigt die Bestrahlung bei unterschiedlicher Elevation
 Fig. 12 zeigt die Stapelung von Trögen
 Fig. 13 zeigt die Trennwand und die Kupplungselemente
 Fig. 14 zeigt die Kupplungselemente und das Kugellager
 Fig. 15 zeigt die Durchbrüche durch die Trennwand
 10 Fig. 16 zeigt den Steg unter benachbarten Linsen
 Fig. 17 zeigt den Steg und die Vorsprünge
 Fig. 18 zeigt die Sekundäroptik
 Fig. 19 zeigt den Vergleich zum Stand der Technik
 Fig. 20 zeigt die Abdeckung des Wasserkörpers mit Wärmeausleitung
 15 Fig. 21 zeigt die gefaltete Abdeckung
 Fig. 22 zeigt einen schwimmenden Abdeckkörper

Figur 1 zeigt den Grundaufbau eines Triads. Im Zentrum des Betonsockels 1 befindet sich die Säule 2, auf der für jeden schwimmenden Ring zwei Rollen 12 angeordnet sind. Das Treibrad 3, das die drei Plattformen 5, 6 und 7 antreibt, liegt im Mittelpunkt des Zwickelbereiches 4. Zwischen den Trennwänden 8 sind Tröge 9 um ihre Horizontalachse schwenkbar angeordnet. Zwischen den Trögen 9 verlaufen Metalldrähte 11, durch die die Kreisform des schwimmenden Ringes 10 gewährleistet ist. Die Plattformen sind von schwimmenden Ringen 10 umgeben. Am Abend werden die Linsen gereinigt. Dazu ist auf der zentralen Säule 2 eine Sprühdüse angeordnet, durch die eine im Sockel angeordnete Pumpe gefiltertes Wasser ausströmt. Dabei rotiert die Plattform um 180 Grad.

- 8 -

Figur 2 zeigt eine größere Grundfläche mit Triads. Der Abstand 20 zwischen den Trögen ist so bemessen, dass eine Person überall hingelangen kann. Zwischen den drei Ringen verbleibt ein Zwickelbereich 21.

5 Figur 3 zeigt schematisiert einen Vertikalschnitt durch den Zwickelbereich. Eine der drei Plattformen 30 ist im Schnitt gezeigt. Im Mittelpunkt des Zwickels liegt die Säule 32, auf der das Treibrad 33 gelagert ist. Der Antrieb erfolgt über den Unterwasser- Getriebemotor 31. Der Umfang des Treibrades 33 und der Umfang der Plattform 30 sind gezahnt. Zwei der Rollen 34 berühren den schwimmenden Ring
10 36 am inneren Durchmesser 35, so dass der schwimmende Ring 36 im Abstand zur Säule 32 und zum Umfang hin fixiert ist. Am oberen Ende der Säule 32 ist eine schwenkbare Spritzdüse 37 angeordnet, die abends die Linsen mit gefiltertem Wasser reinigt.

15 Figur 4 zeigt die Draufsicht auf ein Triad mit der Säule 42.

Figur 5 zeigt das gleiche Triad von der Unterseite, wo sich der Betonsockel 51 befindet, dessen Unterseite eben und glatt ist. Die gesamte Einheit kann dadurch auf der Folie, die den Wasserkörper vom Boden trennt, in die gewünschte Position ver-
20 schoben werden, wobei die Plattformen vom Wasser getragen werden. Jeweils im Zentrum der Plattform treten zwei hochflexible Kabel 52 aus, durch die der Strom in die Verbindungsleitung 53 eingespeist wird.

Figur 6 zeigt die Übertragung des Drehmomentes über ein zentrales Zahnrad 61.
25 Auf jedem der schwimmenden Ringe 62 ist eine Rollenkette 63 dadurch befestigt, dass verlängerte Kettenbolzen 64 in Bohrungen des schwimmenden Ringes 62 hineinragen. An der Innenseite der schwimmenden Ringe 62 greifen die stationären, am Betonsockel befestigten Rollen 65 an.

Figur 7 zeigt eine Drehmoment übertragende Konstruktion mit drei Kettenrädern 71. Jedes dieser Räder 71 ist auf einer Wippe 72 gelagert. Die drei Wippen sind an einer zentralen Scheibe 74 schwenkbar befestigt und werden durch Zugfedern 75 gegen die Kette 73 gedrückt.

5

Figur 8 zeigt eine Konstruktion bei der die Distanz der drei Plattformen voneinander durch Rollen 81 gebildet wird. Anstelle der in der Wasserschicht liegenden Rollen verhindern hier die Rollen 85 ein Auswandern der drei schwimmenden Ringe. Der Vorteil dieser Lösung liegt darin, dass alle mechanischen Elemente oberhalb der Wasserschicht liegen. Der Antrieb erfolgt über einen Getriebemotor, der eines der drei Kettenräder 81 antreibt, die den Abstand zwischen den drei Plattformen bestimmen.

Figur 9 zeigt den Querschnitt durch einen Trog mit der Wanne 90, dem Auftriebskörper 91, der Linse 92 und dem Energiewandler 93. Das Strahlenbündel 94 erzeugt den Fokuspunkt 95 auf der Eintrittsfläche der Sekundäroptik 96. Das Gehäuse des Energiewandlers 93 schließt mit der Achse der Sekundäroptik einen spitzen Winkel ein. Im Zusammenwirken mit dem Fuß 97 erreicht der Energiewandler 93 auch noch bei extremer Schräglage relativ zur Wasseroberfläche 98 den Wasserkörper, um den bei dem Extremwinkel von 26 Grad anfallenden relativ geringen Abwärmestrom in den Wasserkörper einzuleiten. Der Trog ist um die horizontale Achse 100 schwenkbar. Die Niveaulinie 99 kennzeichnet die Wasseroberfläche bei 90 Grad Elevation. Der ins Wasser eintauchende Bereich 101 bildet zusammen mit dem Auftriebskörper 91 einen stets gleichbleibenden Auftrieb, der dem Gewicht des Troges entspricht. Durch die kreiszylindrischen Bereiche 91 und 102 ändert sich der Abstand zwischen der Wasseroberfläche und der Achse 100 nicht, so dass der Achsstummel 103 weder eine Höhenverschiebung noch ein hydraulisch bedingtes Drehmoment erfährt. Die Linse 92 ist quadratisch und hat eine einbeschriebene Kreisfläche, die auf einem Kugelabschnitt 104 verläuft.

25

- 10 -

Figur 10 zeigt den Endbereich eines Troges, der bis zu 10 Linsen und Energiewandler aufnimmt. Die Endwandung 111 verläuft schräg zu den Wandungen der Trogwanne, sodass diese ohne Auftriebshilfe 91a gestapelt werden können. An der
5 Endplatte 111 ist der hohle Achsstummel 112 angeordnet, durch den elektrische Leitungen führen. Der Boden der Blechwandung 113 weist eine Ausprägung 114 auf, in die der Energiewandler 93 eingeschraubt wird.

Figur 11 zeigt die Schwenkposition eines Troges 115 bei 90 Grad Sonnenhöhe. Der
10 Trog 116 zeigt die Schwenkung um 28 Grad. Der Trog 117 ist durch den Nachbartrog um einen verschwindend geringen Prozentsatz der Eintrittsfläche 118 beschattet. Der Trog 119 zeigt die Eintrittssituation am Morgen beim Grenzwinkel von 63 Grad zwischen der Einstrahlung 120 und der Vertikalen 121, wo 46% der Linse im Schatten des Nachbartroges 119a liegen. Der Trog erfährt diese Schräglage aber
15 nur für wenige Minuten. Durch eine Sekundäroptik wird der eintretende Strahlungsstrom gleichmäßig über die Fläche der Photozelle ausgebreitet.

Figur 12 zeigt einen Querschnitt, aus dem ersichtlich ist, dass die Trogkörper für den Transport gestapelt werden können, wobei der Abstand 122 möglichst klein
20 gehalten wird.

Figur 13 zeigt die Trennwand 130, deren unterer Bereich 131 hohl ist und in die Wasserlinie 99 so weit hineinragt, dass die Trennwand vom Auftrieb getragen wird. Über die Länge der Trennwand sind Durchbrüche angeordnet, durch die eine Hohlachse 133 dringt, die mit den Achsstummeln 112 fluchtet, und die in einem Kunststoff-Kugellager 132 gelagert ist. An den beiden Seiten der Trennwand 130 sind
25 Halter 134 und 135 durch Schrauben 136 miteinander verbunden, die Durchbrüche an der Trennwand durchsetzen.

- 11 -

- Figur 14 und 15 zeigen den Bereich des Durchbruches der Wandung 130 vergrößert. Die Halterelemente 134 und 135 weisen, wie aus Zeichnung 15 ersichtlich, konische Hülsen 150 auf, in die konische Stifte 140, die an den Achsstummeln 112 befestigt sind, hineinragen. In der Trennwand 130 sind Schlitze 151 angeordnet, durch die die Schrauben 136b hindurchragen, so dass ein Drehmoment um die Hohlachse 133a übertragen wird. Durch diese Anordnung ist es möglich, dass ein Trog senkrecht zur Rotationsachse aus einem Verbund herausgehoben werden kann.
- 5
- 10 Figur 16 zeigt einen Steg 160: Vier bis fünf Linsen bilden eine Linseneinheit. Zwischen zwei Linseneinheiten ist der Steg 160 angeordnet, der wie aus Figur 17 ersichtlich, Laschen 161, 161a aufweist, auf denen das freie Ende der Linseneinheiten aufliegt.
- 15 In Figur 17 sind die Blechspitzen 162 und 162a (aus Fig. 16 erkennbar) gezeigt, durch die ein Gummiköder, der das Eindringen von Regenwasser in den Trog verhindert, in seiner Lage gehalten wird.
- 20 Figur 18 zeigt die Sekundäroptik 181, die von der Konzentratorenlinse 182 einen Abstand hat, der genau der Fokallänge entspricht. Aus Darstellungsgründen ist zwischen dem Fokuspunkt 183 und der ihm zugewandten, von der Innenseite gezeigten Fläche 184 der Sekundäroptik 181 ein Abstand gelassen. Die Konzentratorenlinse 182 konzentriert die Sonnenbestrahlung auf ca. 8000 Sonnen, der Fokusbereich 183 ist dabei nur wenige Millimeter groß. Die seitlichen Wandungen 185 der Sekundäroptik reflektieren den Strahlungsstrom 186, der am Ende auf die Photozelle 187 auftrifft, die mit der Sekundäroptik optisch verbunden ist. Wenn die Sonnenstrahlen nicht exakt senkrecht auf die Konzentratorenlinse 182 auftreffen, wandert der Fokuspunkt 183 auf der – verglichen mit dem Fokusbereich – flächenmäßig viel größeren Eintrittsfläche 184, so dass Winkelabweichungen innerhalb eines Tole-
- 25

- 12 -

ranzintervalls von z.B. ± 2 Grad nicht zur Verringerung der Leistung führen, während alle bekannten Systeme mit zweiachsiger Sonnennachführung nur ein Intervall von $< 0,1$ Grad zulassen. Das große Toleranzintervall erlaubt einen mechanischen Aufbau ohne kostspielige Präzisionsteile.

5

Figur 19 zeigt die Gegenüberstellung eines erfindungsgemäßen Konzentrators B und eines Konzentrators nach dem Stand der Technik A. In der Fig.19 A liegt die Photozelle 191 oberhalb der Fokalebene 193. Eine Winkelabweichung zwischen den Sonnenstrahlen 195 und der Linse 192 führt dazu, dass Strahlen an der Photozelle 191 vorbeigehen und dass gleichzeitig die Photozelle über einen Bereich 194 unbelichtet bleibt, was zu thermischen Spannungen führt. Fig.19 B zeigt die erfindungsgemäße Sekundäroptik 196 und den Fokalbereich 197, der um einen erheblichen Betrag aus dem Zentralstrahl 198 ausgewandert ist. Die gesamte Strahlungsenergie tritt in die Sekundäroptik 196 ein und gelangt, wie in Fig. 18 gezeigt, auf die Photozelle 199.

15

Figur 20 zeigt eine flexible Folie 201, die über die gesamte Länge des Durchmessers des schwimmenden Ringes reicht. Zur Ableitung der Wärme des Wassers dienen Wärmerohre 202 die die Wärme über Rippen 203 auf die Außenluft übertragen. Das Wärmerohr leitet Wärme nur vom unteren Bereich 204 zu den Rippen 203, die umgekehrte Richtung führt zu keinem Wärmetransport, da die Füllung des Wärmerohres gefriert, so dass Minustemperaturen nicht ins Wasser geleitet werden.

20

Figur 21 zeigt eine Anordnung bei der die Folie 211 zur Vergrößerung der Wasseroberfläche extrem gefaltet ist, um den Wärmeübergang zwischen dem Wasser und der Außenluft zu erhöhen.

25

Figur 22 zeigt ein schwimmendes Element 221, dass den Raum zwischen zwei Trögen abdichtet.

BEZUGSZEICHENLISTE

	1, 51	Betonsockel
	2, 32, 42	Säule
5	12, 34, 65, 85	Rolle
	3, 33	Treibrad
	5, 6, 7, 30	Plattform
	4, 21	Zwickelbereich
	8, 130, 131, 151	Trennwand
10	9, 90, 115, 116, 117, 119, 119a	Trog
	11	Metalldraht
	10, 36, 62	Ring
	20, 122	Abstand
	31	Getriebemotor
15	35	innerer Durchmesser Ring
	37	Spritzdüse
	52	hochflexibles Kabel
	53	Verbindungsleitung
	61	zentrales Zahnrad
20	63, 73	Rollenkette
	64	Kettenbolzen
	71, 81	Kettenräder
	72	Wippe
	74	zentrale Scheibe
25	75	Zugfeder
	91, 91a	Auftriebskörper
	92, 182, 192	Linse
	93	Energiewandler
	94	Strahlenbüschel
30	95, 183	Fokuspunkt
	96, 181, 184, 185, 196	Sekundäroptik
	97	Fuß
	98	Wasseroberfläche
	100	horizontale Achse
35	99	Wasserlinie
	101	eintauchender Bereich
	91, 102	kreiszyklischer Bereich
	103, 112	Achsstummel
	104	Kugelabschnitt
40	111	Endwandung
	113	Blechwandung
	114	Ausprägung
	118, 184	Eintrittsfläche
	120	Einstrahlung

- 14 -

	121	Vertikale
	133, 133a	Hohlachse
	132	Kugellager
	134, 135	Halter
5	136, 136b	Schraube
	150	Hülse
	140	konischer Stift
	160	Steg
	161, 161a	Lasche
10	162, 162a	Blechspitze
	183, 197	Fokalbereich
	186	Strahlungsstrom
	187, 191, 199	Photozelle
	193	Fokalebene
15	195	Sonnenstrahlen
	194	unbelichteter Bereich
	198	Zentralstrahl
	201,211	Folie
	202, 204	Wärmerohr
20	203	Rippen
	221	schwimmendes Element

PATENTANSPRÜCHE

1. System zur Erzeugung von Solar-Elektrizität, bestehend aus einer rotierenden, kreisförmigen, Solarstrom erzeugenden Plattform, die um eine vertikale Achse rotiert, wobei die Plattform (5, 6, 7) eine Vielzahl von schwimmenden Trögen (9, 90, 91) mit Photozellen (187, 199) enthält, die mit konzentrierenden Linsen (92, 182, 192) abgedeckt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Plattform (5, 6, 7) von einem kreisförmigen, schwimmenden Ring (10, 36) umgeben ist, der von einer an nur einem Bereich seines Umfanges angreifenden Vorrichtung in seiner Lage gehalten wird.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die besagte Vorrichtung zwei oder mehrere Rollen (12, 34, 65, 85) enthält, die den Ring (10, 36) umklammern.
3. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Drehung des Ringes (10, 36) dadurch erfolgt, dass eine der Rollen (33, 61, 71, 81) durch einen Motor (31) angetrieben wird und dass diese Rolle (33, 61, 71, 81) das Drehmoment auf den Ring (10, 36) überträgt.
4. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragung des Drehmomentes über einen Zahnkranz (61, 71) erfolgt, der eine Rollenkette (63, 73) antreibt, die am schwimmenden Ring (10, 36, 62) befestigt ist.
5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Zahnkranz (61, 71, 81) federnd gegen die Rollenkette (63, 73) gedrückt wird.
6. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Trog aus zwei Körpern besteht, von denen der erste als langgestreckte rechtwinklige Trogwanne

- 16 -

(90) mit kegelig sich erweiternden Wandungen ausgebildet ist, dessen Boden einen Kreiszyylinderabschnitt (102) bildet, dessen geometrische Achse (100) in der Nähe der Schwerlinie des Troges verläuft und dessen zweiter Körper (91) als Zylinder mit kreisabschnittförmigem Querschnitt ausgebildet ist, dessen kreiszyylinderabschnittförmige Wandung den gleichen Radius aufweist, wie der Boden des ersten Körpers, wobei der zweite Körper an der zur Sonne weisenden Wandung des ersten Körpers so befestigt ist, dass die Kurve des Bodens des ersten Körpers an die Kurve des zweiten Körpers stetig anschließt.

10 7. System nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandungen (111) des Troges zur Oberseite hin divergieren, so dass ein Stapeln der Trogkörper möglich ist.

15 8. System nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der kreiszylindrische Bereich (102) der Außenfläche, der aus dem Boden des ersten Körpers und der gebogenen Wand des zweiten Körpers (91) besteht, so weit in den Wasserkörper (98, 99) eintaucht, dass der Trog vom Auftrieb getragen wird.

20 9. System nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass Beschwerungsgewichte im Trog so angeordnet sind, dass der senkrechte Vektor der Auftriebskraft die Schwerachse des Troges schneidet, wodurch die Entstehung eines Drehmomentes um die Schwenkachse des Troges verhindert wird.

25 10. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des schwimmenden Ringes (10, 36) parallel zu einem gedachten Durchmesser vertikal ausgerichtete, streifenförmige Trennwände (130, 131) verlaufen, die Kugellager (132) enthalten, durch die jeweils eine Hohlwelle (133) verläuft, die über Kuppelungselemente (135, 136) mit Achsstummeln (112) der angrenzenden Tröge verbunden sind.

- 17 -

11. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwände (130, 131) im unteren Bereich so viel Wasser verdrängen, dass die Trennwände vom Auftrieb getragen werden.
- 5
12. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplungselemente (135, 136) eine Trennung eines Troges durch Herausziehen des Troges in einer senkrecht zur Schwenkachse liegenden Ebene erlauben.
- 10
13. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Seite der Kupplung in einer rechtwinklig zur Schwenkachse verlaufenden Ebene konische Stifte (140) aufweist, und dass die andere Seite der Kupplung Hülsen (150) aufweist, in die jene Stifte (140) einschiebbar sind.
- 15
14. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass drei schwimmende Ringe (10, 36) zu einem Triad zusammengefasst sind und zwischen sich einen Zwickelraum (4, 21) einschließen.
- 20
15. System nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die drei Ringe (10, 36) ein zentrales Antriebsrad (33, 61) berühren, über welches die drei Ringe (10, 36) synchron gedreht werden.
- 25
16. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass an der inneren Oberfläche des Ringes (10, 36) zwei unter der Wasseroberfläche liegende Rollen (34) angreifen, die ein Auswandern nach außen verhindern.
17. System nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass unter dem Zwickelraum (4, 21) eine Sockelplatte (1, 51) angeordnet ist, die über eine Antriebsvorrichtung (31) mit den Ringen (10, 36) verbunden ist.

- 18 -

18. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils eine oberhalb des Wasserspiegels (99) mit der Sockelplatte (1, 51) verbundene Rolle (34) an der inneren Oberfläche des Ringes (10, 36) abrollt.
- 5
19. System nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen benachbarten Ringen (10, 36) eines Triads Rollen (33, 61, 71, 81) an der äußeren Oberfläche der Ringe (10, 36) abrollen.
- 10
20. System nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass diese Rollen (71, 81) in einer sternförmigen Haltevorrichtung (74) gelagert sind.
- 15
21. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Tröge über Hohlachsen (133), durch die elektrische Leitungen führen, miteinander verbunden sind.
22. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass rechtwinklig zu den Trennwänden(130, 131) Kabel (11), die auf Sehnen verlaufen, gespannt sind.
- 20
23. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es eine Konzentrationvorrichtung mit einer Konzentrationlinse und einer photovoltaischen Zelle aufweist, wobei durch eine Konzentration der eintretenden Strahlen auf mehr als 1000 Sonnen ein sehr kleiner Fokalbereich (183, 197) gebildet wird, der auf der Eintrittsseite eines vorzugsweise quaderförmigen Glaskörpers (181) auftrifft, der mit der
- 25
- photovoltaischen Zelle (187) optisch verbunden ist, wobei die Eintrittsseite (184) des Glaskörpers (181) um mehr als das 10-fache größer ist, als der Querschnitt der Fokalfläche.

- 19 -

24. System nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Glaskörper (181) polierte Wandungen (185) aufweist, an denen die eintretenden Strahlen (186) eine interne Reflektion erfahren.
- 5 25. System nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die photovoltaische Zelle (187) durch eine Schicht von einem Kühlkörper getrennt ist, deren thermische Ausdehnung nahe der der photovoltaischen Zelle ist.
26. System nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass unter dieser
10 Schicht ein gut wärmeleitender Körper liegt, dessen parallel zur photovoltaischen Zelle (187) verlaufende Fläche mindestens doppelt so groß ist, wie die photovoltaische Zelle.
27. System nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass sich unter diesem
15 Körper eine elektrisch isolierende, den Wärmestrom leitende Schicht befindet.
28. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es eine Vorrichtung zur Verhinderung der Wasserverdunstung umfasst, indem beispielsweise unter den Trögen eine Folie verläuft.
20
29. System nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Trögen (9) ein schwimmender Streifen (130, 131) angeordnet ist.
30. System nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass es Wärmerohre
25 (202, 204) umfasst, die einen Wärmetransport vom Wasser zur Außenluft übernehmen.
31. System nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmerohre (202, 204) einen Wärmeträger enthalten, der bei ca. 0 Grad Celsius gefriert.

- 20 -

32. Schwimmender Trog als Teil einer Photovoltaikanlage, insbesondere als Teil eines Systems zur Erzeugung von elektrischem Strom aus Sonnenenergie gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er aus zwei Körpern besteht, von denen der erste als langgestreckte rechtwinklige Trogwanne (90) mit kegelig sich erweiternden Wandungen ausgebildet ist, dessen Boden einen Kreiszyylinderabschnitt (102) bildet, dessen geometrische Achse (100) in der Nähe der Schwerlinie des Troges verläuft und dessen zweiter Körper (91) als Zylinder mit kreisabschnittförmigem Querschnitt ausgebildet ist, dessen kreiszyylinderabschnittförmige Wandung den gleichen Radius aufweist, wie der Boden des ersten Körpers, wobei der zweite Körper an der zur Sonne weisenden Wandung des ersten Körpers so befestigt ist, dass die Kurve des Bodens des ersten Körpers an die Kurve des zweiten Körpers stetig anschließt.

33. System nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandungen (111) des Troges zur Oberseite hin divergieren, so dass ein Stapeln der Trogkörper möglich ist.

34. System nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass der kreiszylindrische Bereich (102) der Außenfläche, der aus dem Boden des ersten Körpers und der gebogenen Wand des zweiten Körpers (91) besteht, so weit in einen Wasserkörper (98, 99) eintaucht, dass der Trog vom Auftrieb getragen wird.

35. System nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, dass Beschwerungsgewichte im Trog so angeordnet sind, dass der senkrechte Vektor der Auftriebskraft die Schwerachse des Troges schneidet, wodurch die Entstehung eines Drehmomentes um die Schwenkachse des Troges verhindert wird.

36. Konzentratorenvorrichtung, insbesondere zur Bündelung von Sonnenstrahlen, mit einer Konzentratorenlinse und einer photovoltaischen Zelle, dadurch gekennzeichnet,

- 21 -

net, dass durch eine Konzentration der Strahlen auf mehr als 1000 Sonnen ein sehr kleiner Fokalbereich (183, 197) gebildet wird, der auf der Eintrittsseite eines vorzugsweise quaderförmigen Glaskörpers (181) auftrifft, der mit der photovoltaischen Zelle (187) optisch verbunden ist, wobei die Eintrittsseite (184) des Glaskörpers (181) um mehr als das 10-fache größer ist, als der Querschnitt der Fokalfläche.

37. System nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass der Glaskörper (181) polierte Wandungen (185) aufweist, an denen die eintretenden Strahlen (186) eine interne Reflektion erfahren.

10

38. System nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die photovoltaische Zelle (187) durch eine Schicht von einem Kühlkörper getrennt ist, deren thermische Ausdehnung nahe der der photovoltaischen Zelle ist.

15 39. System nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass unter dieser Schicht ein gut wärmeleitender Körper liegt, dessen parallel zur photovoltaischen Zelle (187) verlaufende Fläche mindestens doppelt so groß ist, wie die photovoltaische Zelle.

20 40. System nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, dass sich unter diesem Körper eine elektrisch isolierende, den Wärmestrom leitende Schicht befindet.

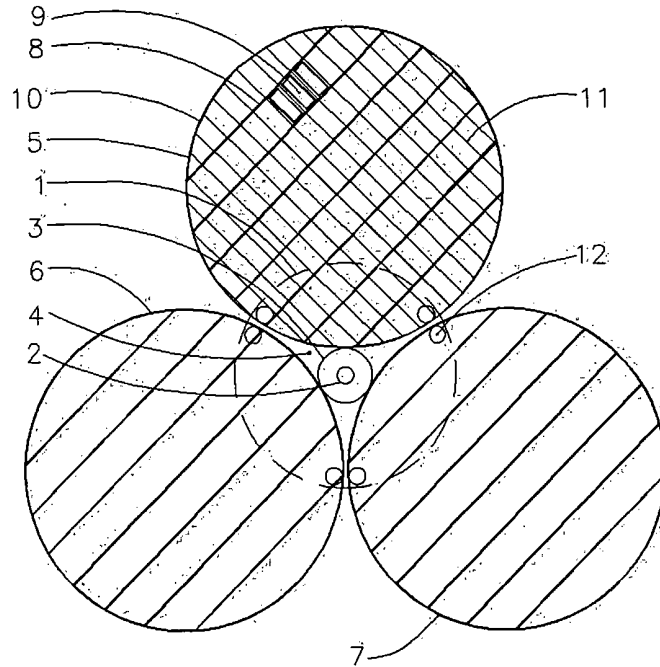


Fig. 1

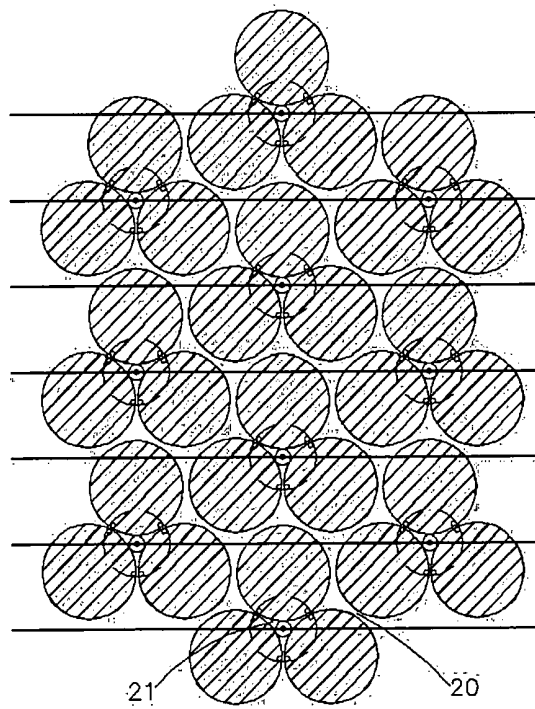


Fig. 2

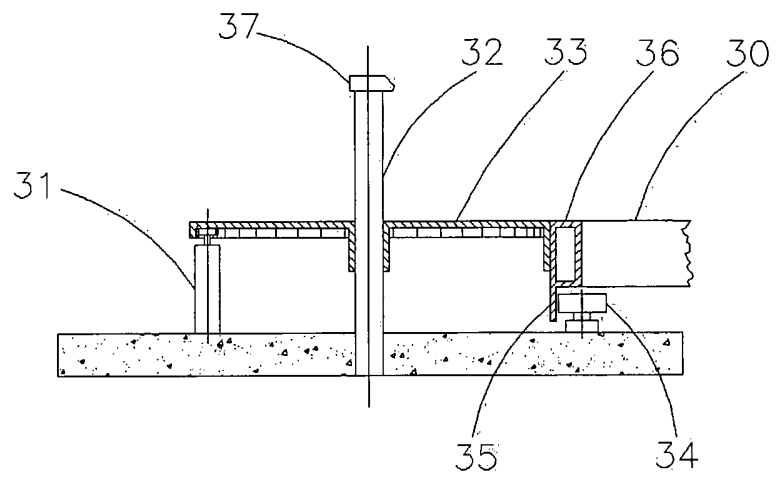


Fig. 3

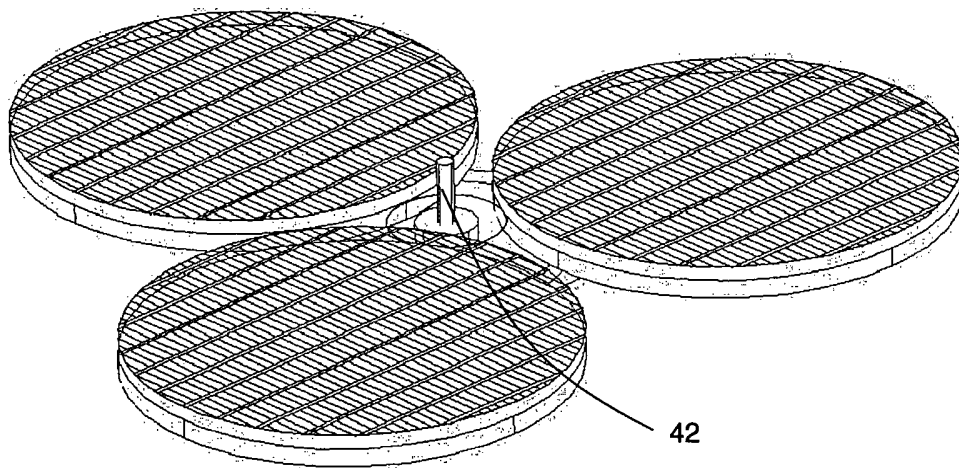


Fig. 4

3/15

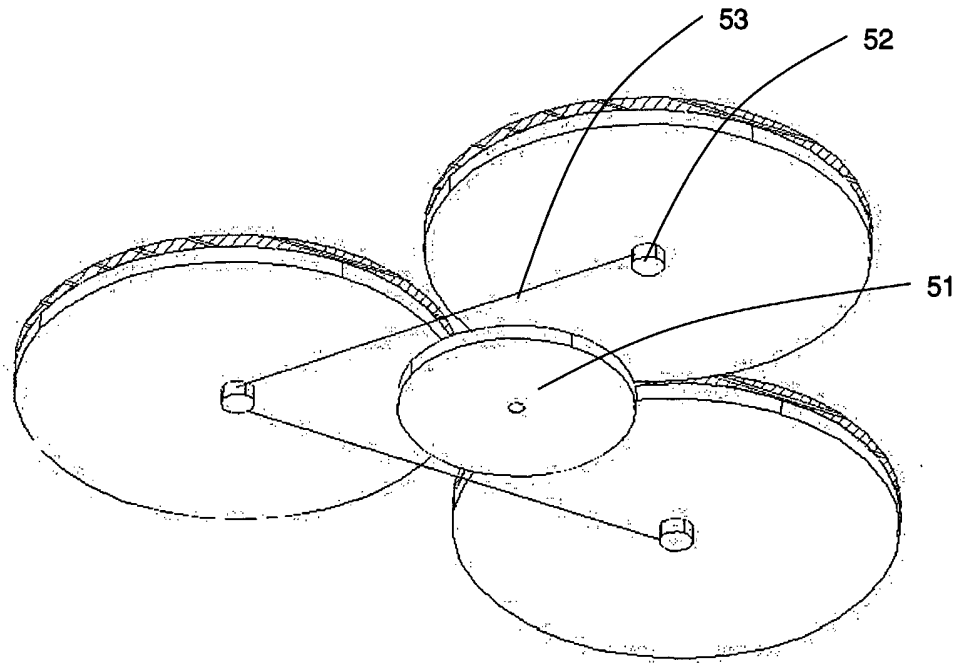


Fig. 5

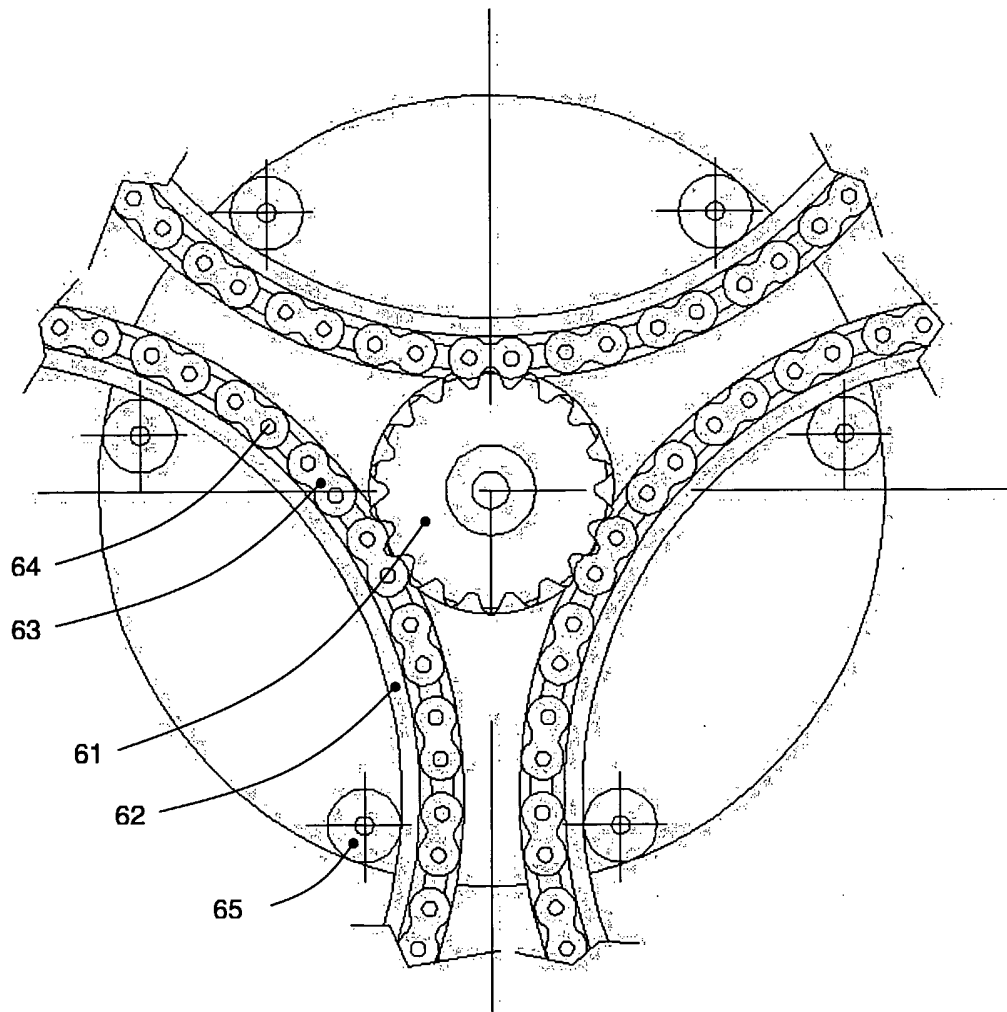


Fig. 6

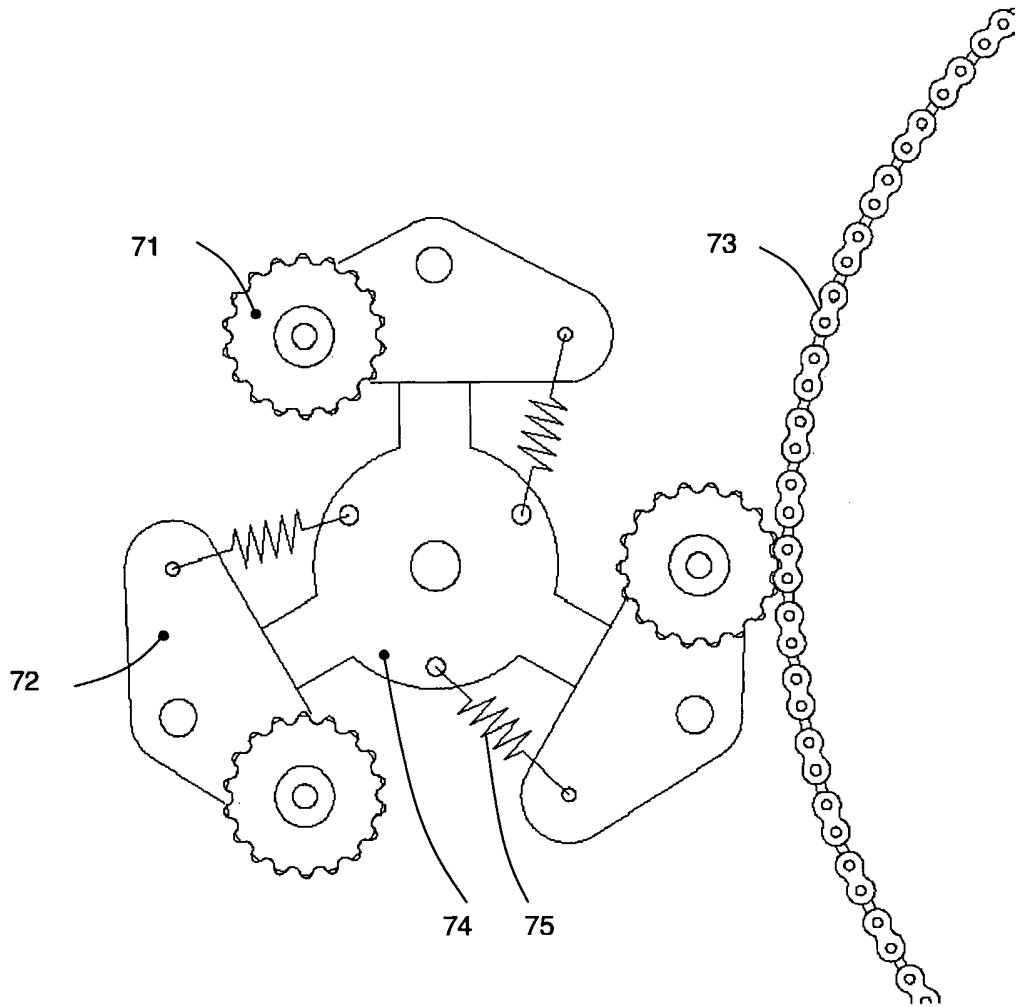


Fig. 7

6/15

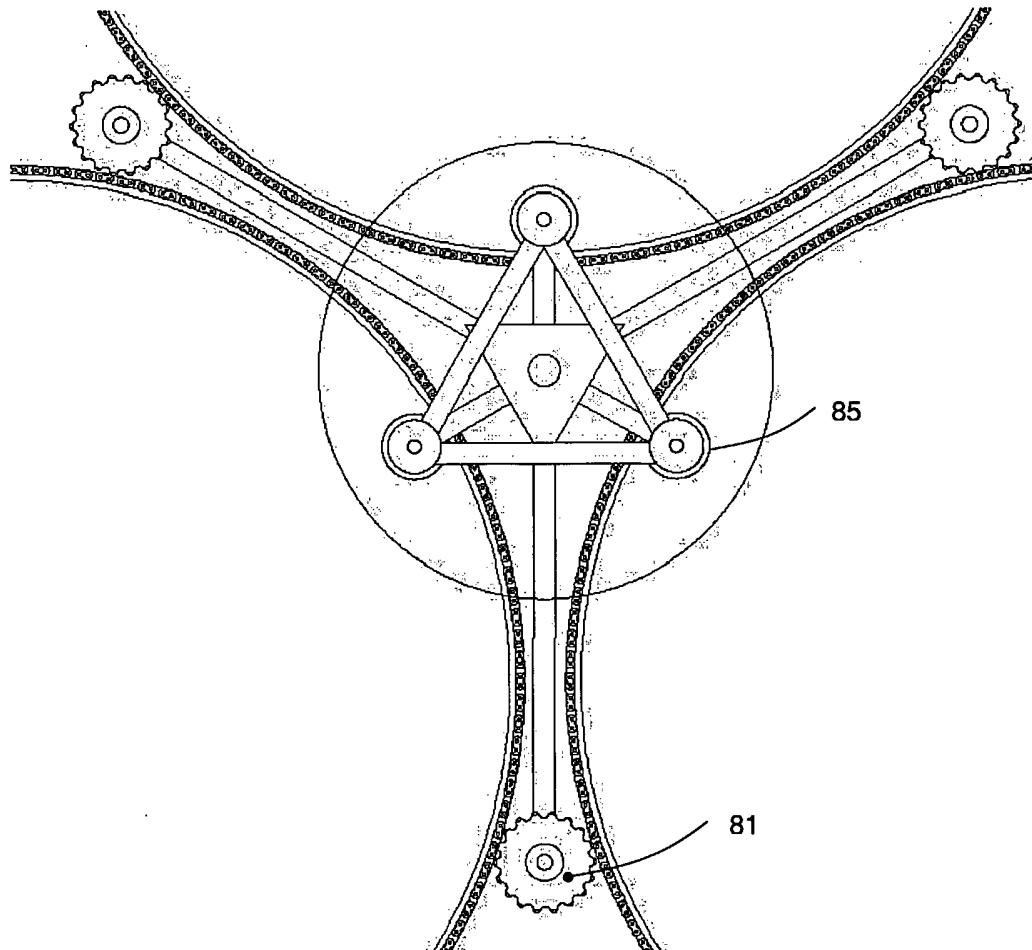


Fig. 8

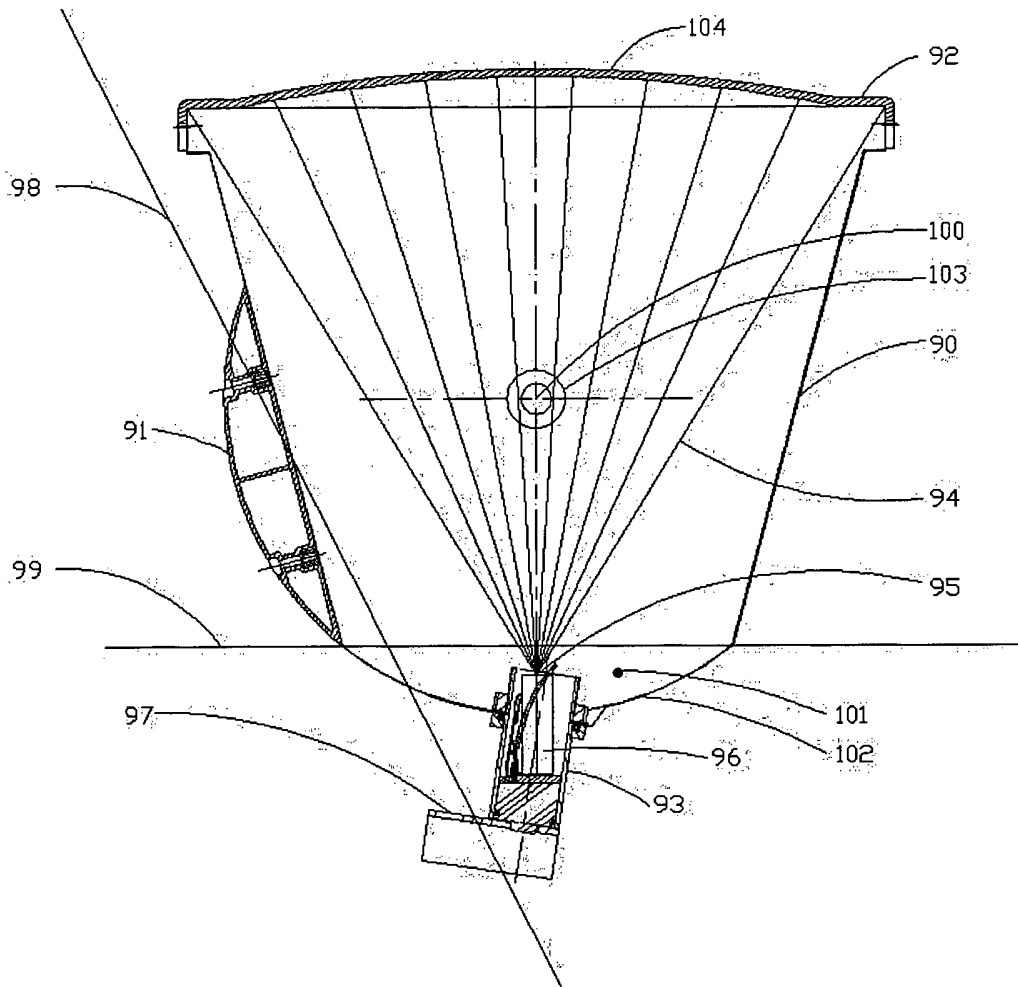


Fig. 9

8/15

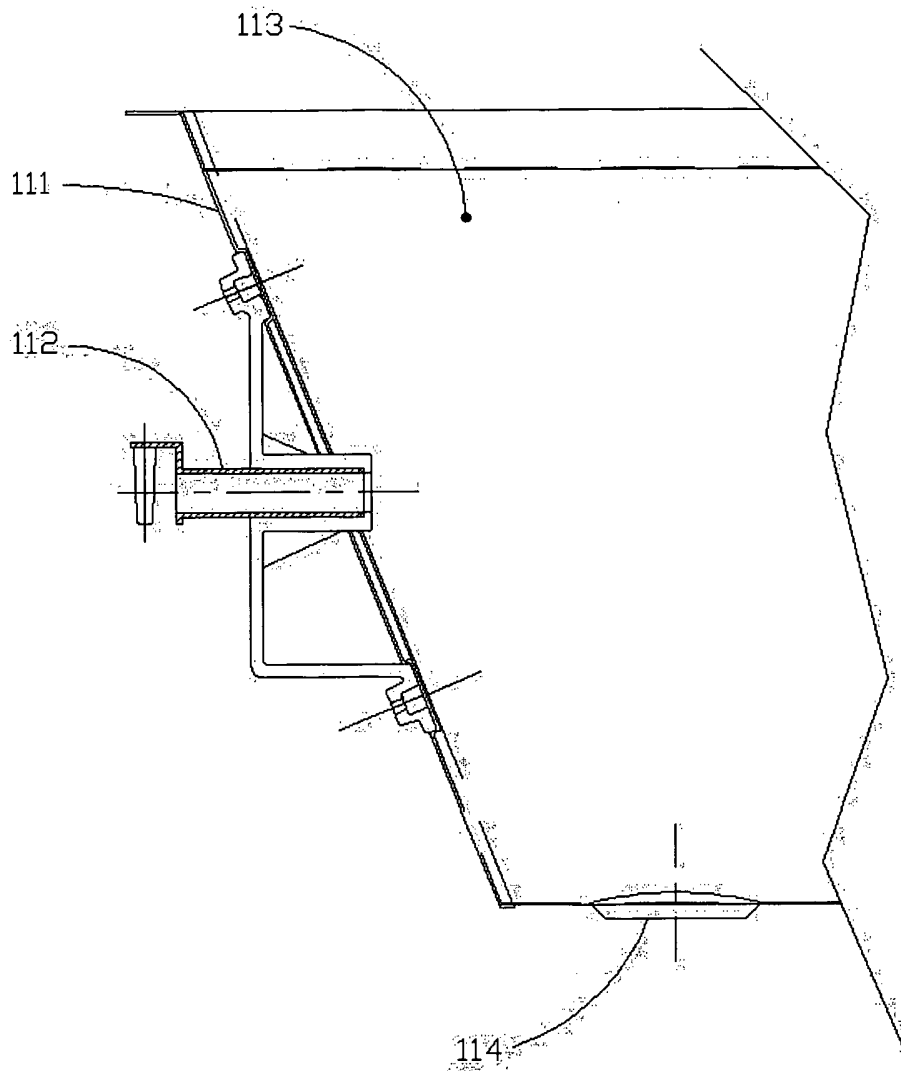


Fig. 10

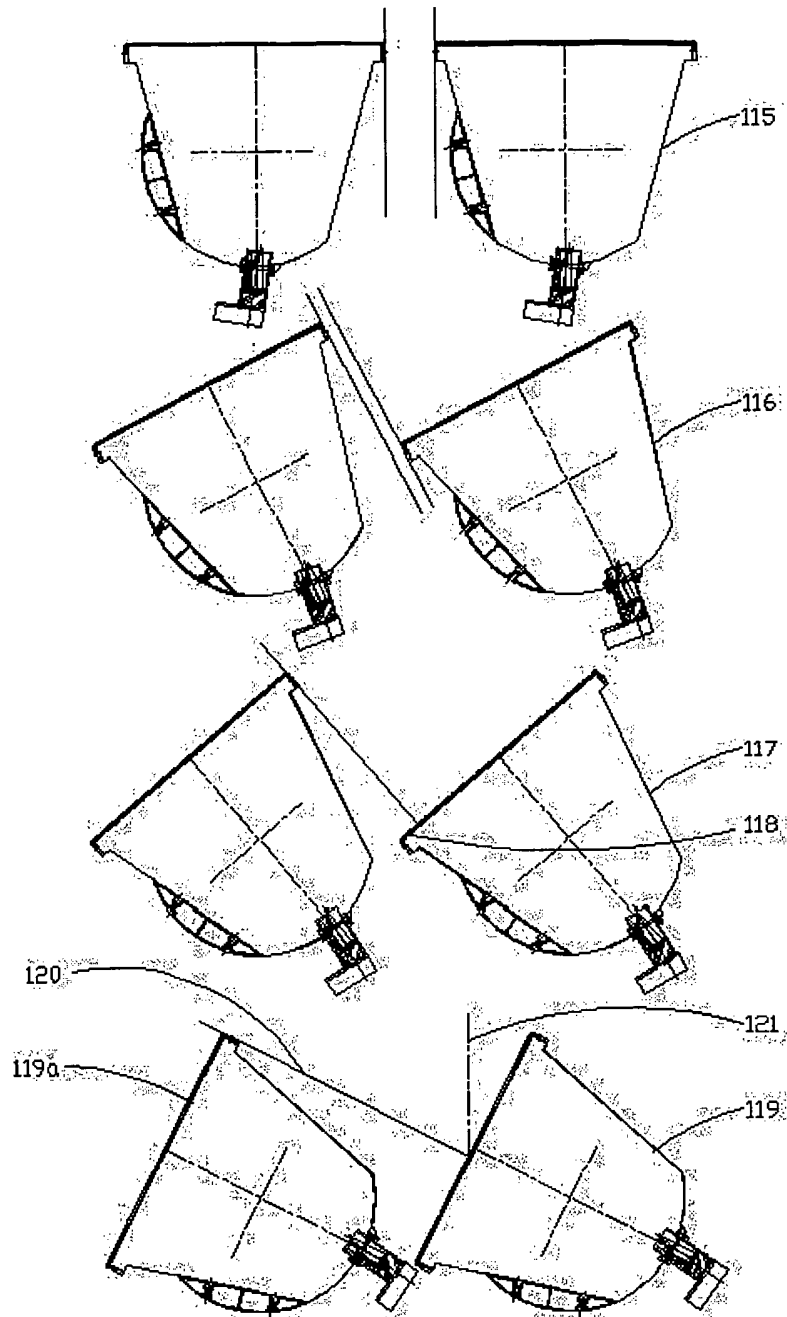


Fig. 11

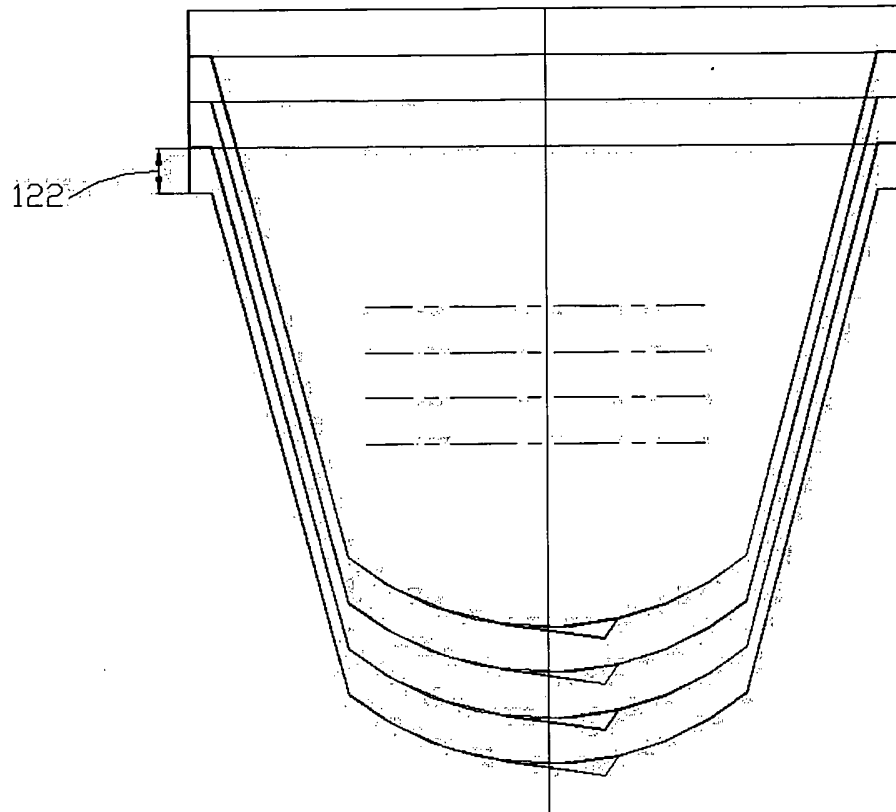


Fig. 12

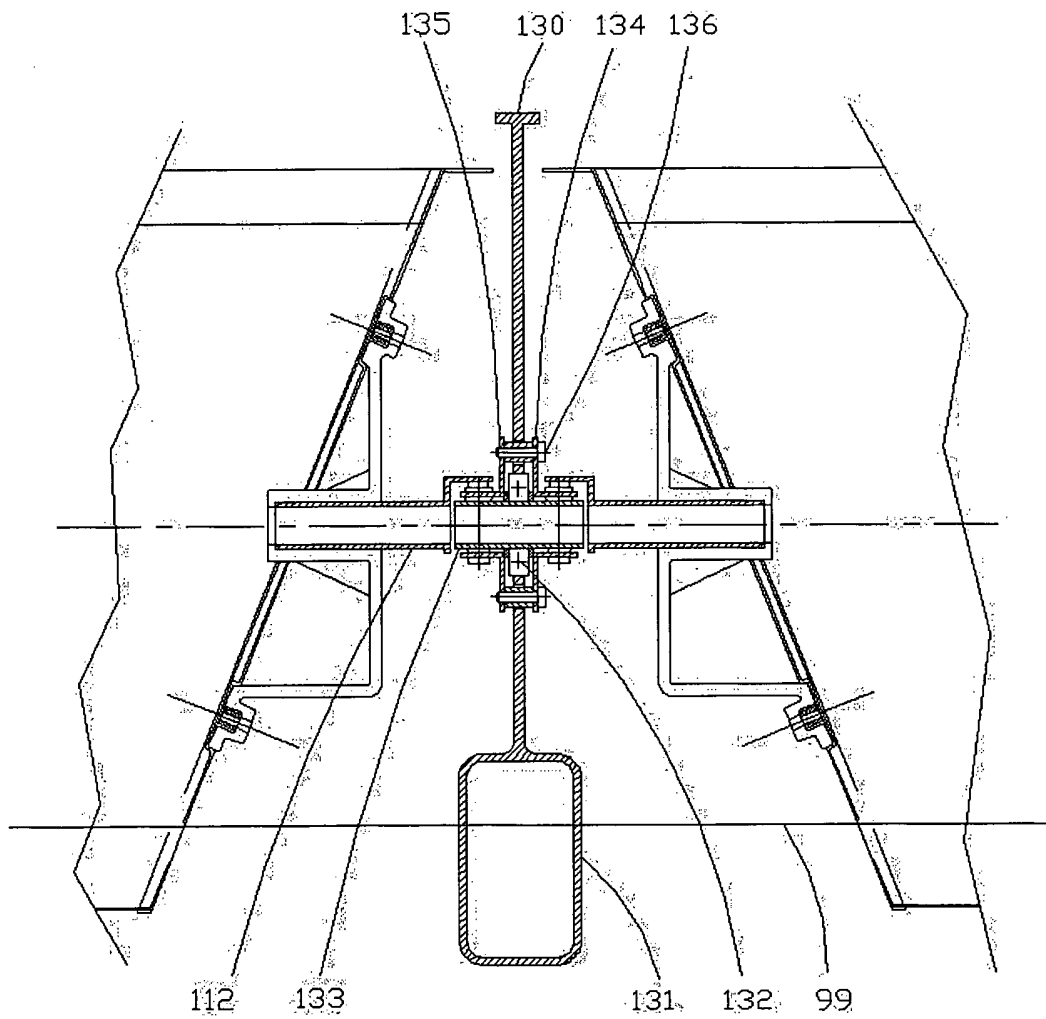


Fig. 13

12/15

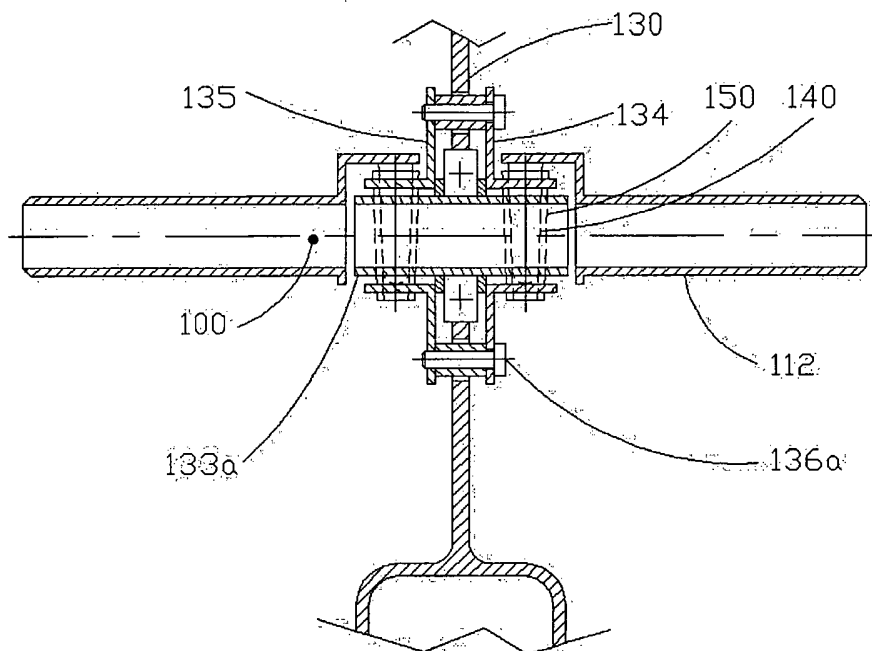


Fig. 14

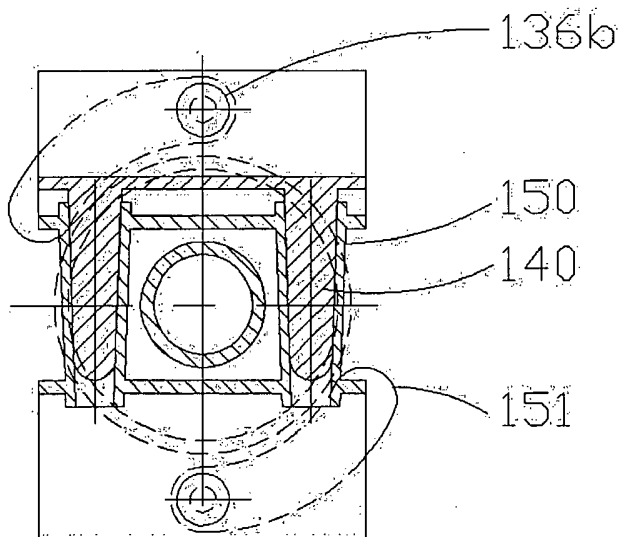


Fig. 15

13/15

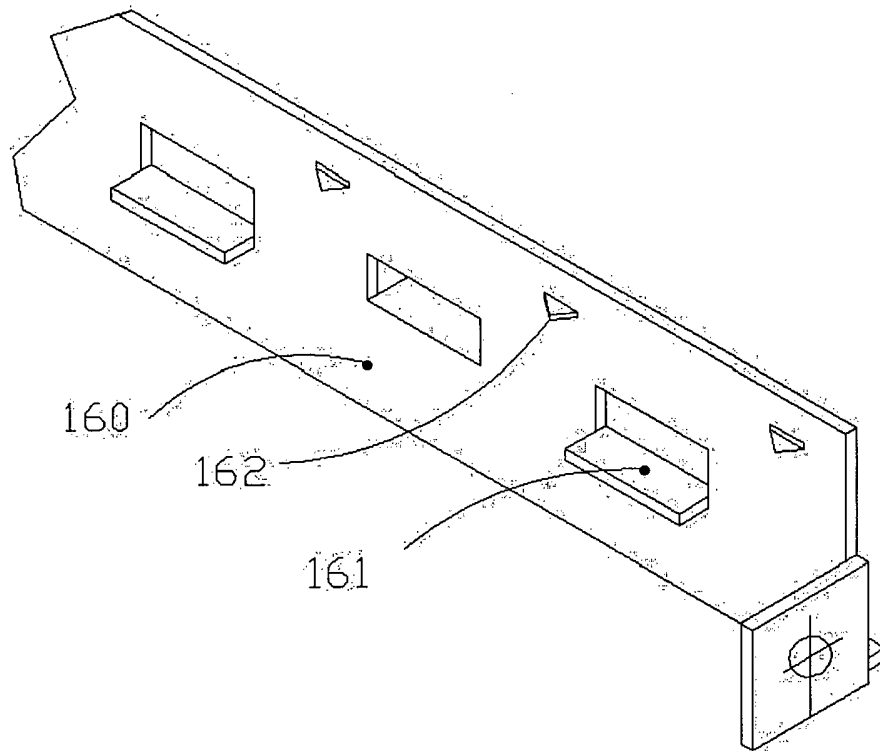


Fig. 16

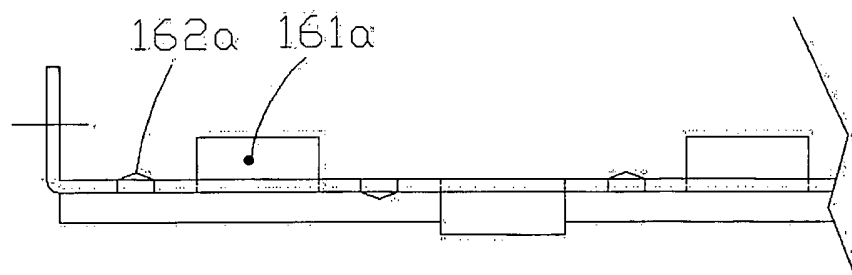


Fig. 17

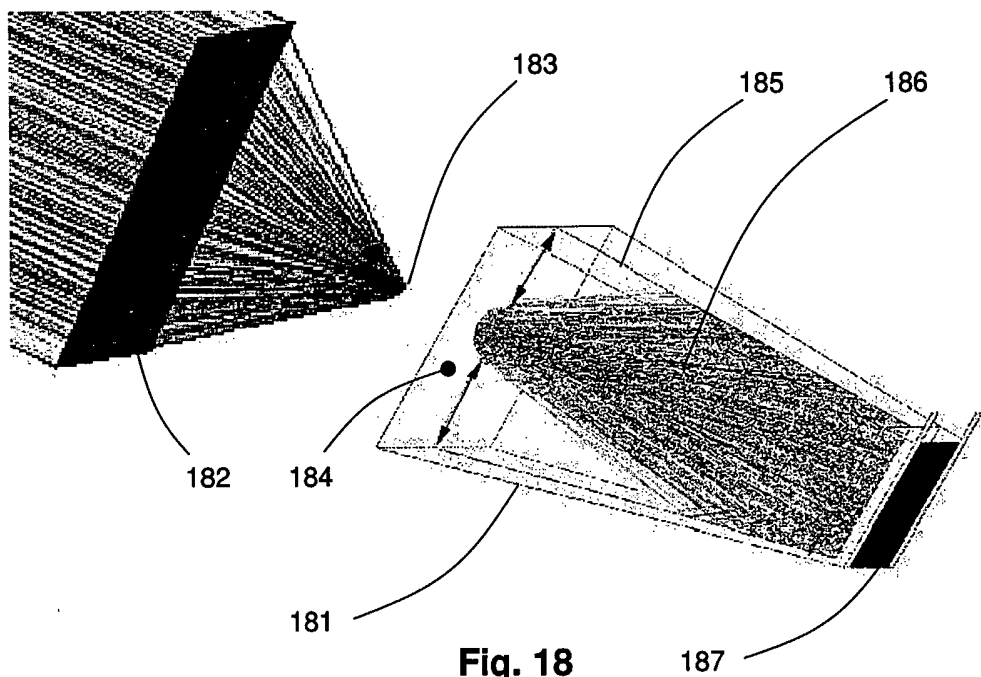


Fig. 18

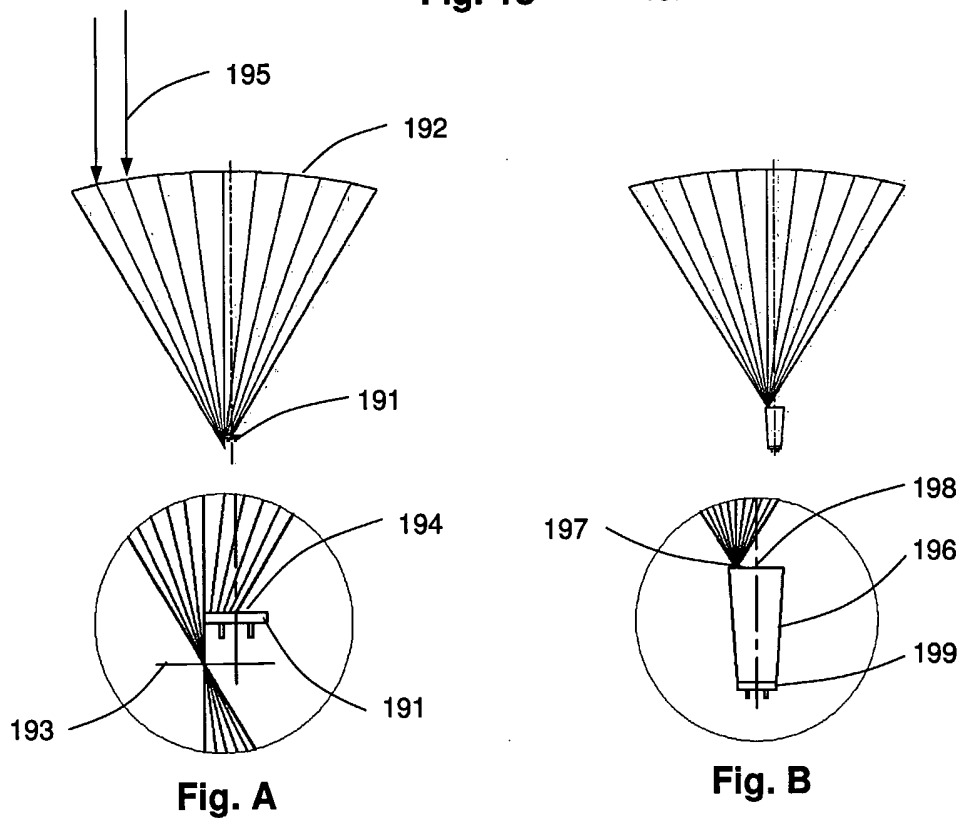


Fig. A

Fig. B

Fig. 19

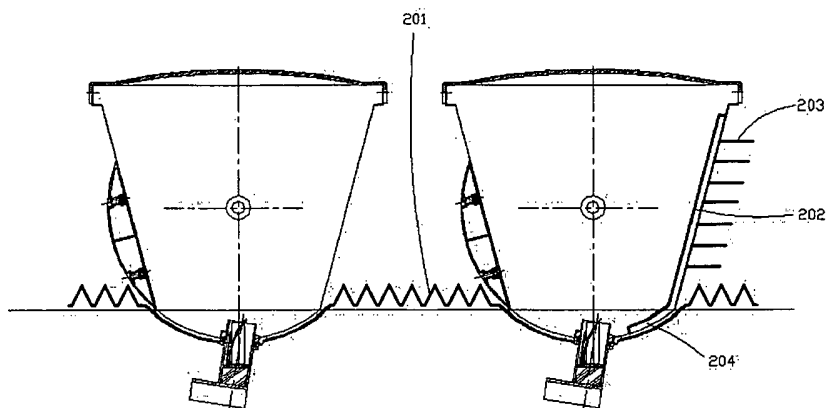


Fig. 20

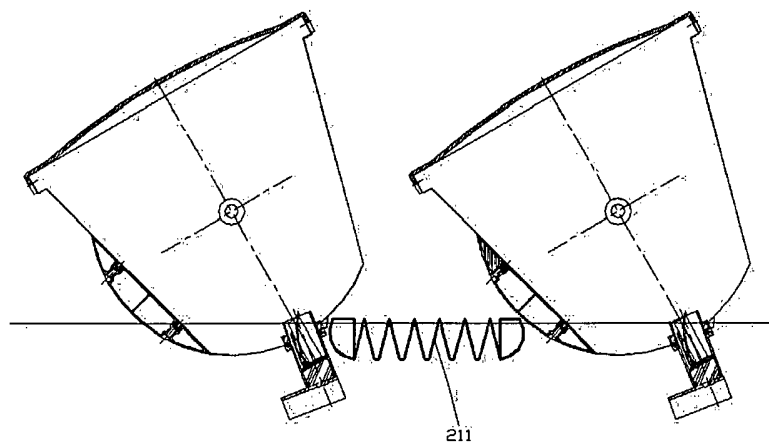


Fig. 21

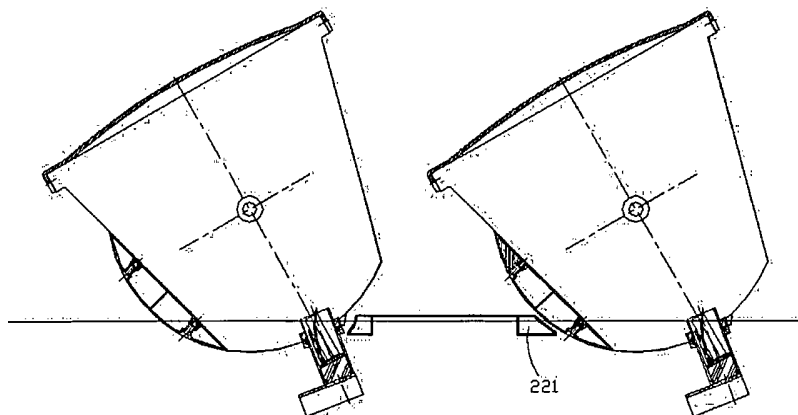


Fig. 22