



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 025 814 A1** 2009.12.03

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 025 814.8**

(22) Anmeldetag: **29.05.2008**

(43) Offenlegungstag: **03.12.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F24J 2/54** (2006.01)  
**H01L 31/052** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Deckers, Hendrik, 50858 Köln, DE**

(72) Erfinder:  
**gleich Anmelder**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 10 2004 018151 A1**

**DE 10 2004 005350 A1**

**DE 11 2005 001974 T5**

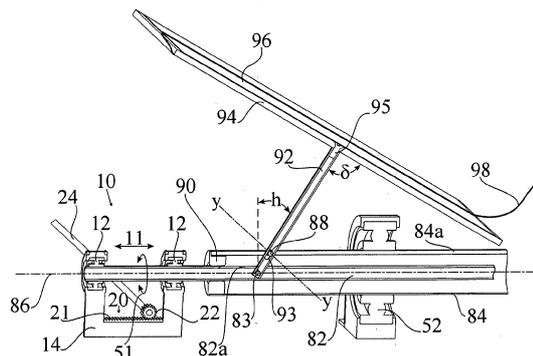
**DE 10 2007 001824 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Schwenkmechanik zur Nachführung von Objekten**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Schwenkmechanik zur zweiachsigen Nachführung von Objekten bei paralleler Orientierung der nachzuführenden Objekte. Insbesondere können solartechnische Empfänger eingesetzt werden. Die erfindungsgemäße Schwenkmechanik umfasst zwei zueinander parallel angeordnete Objektträger (82, 84) (in Fig. 3 als Rohranordnung ausgebildet), von denen der erste Objektträger (82), in zwei Lagern (90, 91), koaxial zu der Lagerung (52, 53) des zweiten Objektträgers (84), linear als Vorschubstange verschiebbar, von einem Linearantrieb (10), der durch die Lager (12) von der Rotationsbewegung des ersten Objektträgers getrennt ist, beaufschlagt gelagert ist und von denen der zweite Objektträger (84) in zwei Lagern (52, 53) rotierend, von einem Drehantrieb (50) beaufschlagt, gelagert ist. Der erste Objektträger (82) liegt in einer von den Lagern (52, 53), des zweiten Objektträgers (84), definierten Drehachse (86) (koaxial). Die Objekte (96) sind mit parallel zueinander angeordneten Tragarmen (92), über Träger (94), an den Objektträgern (82, 84) befestigt, wobei jeder Tragarm (92) an seinem ersten freien Ende an einem Befestigungspunkt (95), einen Rahmen (94) mit einem Objekt (96) trägt und jeder Tragarm (92) an seinem zweiten Ende mit dem ersten Objektträger (82) eine erste Gelenkverbindung (83) hat, und jeder Tragarm (92) an einem Punkt, der zwischen dem Befestigungspunkt (95) und der ersten Gelenkverbindung (83) liegt, mit dem zweiten Objektträger (84) eine zweite ...



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Schwenkmechanik zur zweiachsigen Nachführung von Objekten bei paralleler Orientierung der nachzuführenden Objekte. Insbesondere können solartechnische Empfänger eingesetzt werden.

**[0002]** Zum typischen Stand der Technik gehören astronomische und solartechnische Einheiten. Dies sind unter anderem Solareinrichtungen, die der Einstrahlungsrichtung entsprechend ausgerichtet werden sollen, wie zum Beispiel Parabolspiegel, Helios-taten und photovoltaische Einheiten. Die Schwenkmechanik kann auch zum Nachführen von astronomischen Geräten (Teleskopen, Antennen), zum Ausgleich der Erddrehung, benutzt werden. Auch im Maschinen- und Gerätebau sind Anwendungsmöglichkeiten gegeben, wenn mehrere Gegenstände einem Objekt, das sich auf einer Bahn bewegt, nachzuführen sind oder synchron zueinander bewegt werden sollen. Beispiele hierfür sind Bearbeitungs-, Montage-, Transport-, Kennzeichnungs- oder Messgeräte, die auf Objekte wirken, die sich auf einer Bahn bewegen. Es können zum Beispiel Werkzeuge, Werkstücke, Greifer, Stellvorrichtungen oder andere Geräte sich bewegenden Objekten (z. B. Werkstücke, Werkzeuge, Behälter) nachgeführt oder für verfahrenstechnische Anwendungen ausgerichtet werden.

**[0003]** Wegen des Aufwandes für die Nachführung werden Solareinrichtungen häufig, unter Verzicht eines erheblichen Mehrertrags, fest montiert. Die bekannten Nachführeinrichtungen werden vor allem eingesetzt, um strahlungskonzentrierende Systeme der Einstrahlungsrichtung entsprechend auszurichten. Auch herkömmlich Photovoltaikanlagen werden durch aufwendige und kostspielige Unterbaukonstruktionen dem Sonnenverlauf nachgeführt, um ihren Ertrag zu optimieren. Die durch äußere Einwirkungen entstehenden Belastungen, insbesondere durch Wind, sind der Grund dafür, dass die bei Nachführungen verwendeten Schenkmechaniken äußerst stabil und somit sehr kostspielig konstruiert sind. Aufwändige Verankerungen sind notwendig, um ein Umkippen großer zweiachsiger Nachführsysteme für Solarempfänger durch Wind zu verhindern. Wenn ein Strahlungsempfänger um eine Achse drehbar ist, die parallel zur Erdachse liegt (parallaktische Montierung), dann kann der Strahlungsempfänger durch eine einfache Drehung mit der Winkelgeschwindigkeit von 15 Grad pro Stunde dem Sonnenstand nachgeführt werden. Diese Montierung ist auch bei Teleskopen gebräuchlich. Entsprechend der jahreszeitlich unterschiedlichen Bahn der Sonne wird die Neigung des Strahlungsempfängers zur Achse in größeren Zeitabständen korrigiert. Diese Nachführung ist einfach in seiner Wirkungsweise, sie verlangt jedoch eine aufwendige Konstruktion, weil die Drehachse entsprechend dem Breitengrad des Aufstellungsort-

tes schräg montiert ist. Bei Solaranlagen mit einachsiger Nachführung wurde deshalb oft auf eine senkrechte oder waagrechte Lagerung ausgewichen, unter Verzicht auf einen Teil der nutzbaren Energie. Auch die Verwendung von zwei Achsen, einer vertikalen Achse und einer horizontalen Achse, mit Einzelsteuerung der Bewegungen um die Achsen, ist bekannt. Diese Nachführung verlangt jedoch aufwendige technische Maßnahmen zur Kippung um die horizontale Achse. Bei sehr schweren Teleskopen wurde die parallaktische Montierung ebenfalls verlassen und eine Lagerung mit vertikaler und horizontaler Achse verwendet.

**[0004]** Für Nachführungen oder Ausrichtungen im Maschinen- und Gerätebau, beispielsweise bei Robotern mit Einzelsteuerung der Bewegungen um mehrere Achsen, ergeben sich Probleme bei schweren nachzuführenden Geräten mit hohen Genauigkeitsanforderungen, weil die Auslegung für große Tragfähigkeit und hohe Steifigkeit zu aufwendigen Konstruktionen führt.

**[0005]** An bekannte, zweiachsige Schwenkmechaniken werden meistens Anforderungen gestellt, die mit den herkömmlichen Mitteln unvollständig oder nur mit großem Aufwand erfüllt werden können und somit oft unwirtschaftlich sind.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine zuverlässige, mit möglichst geringem Aufwand herstell-, installier- und betreibbare zweiachsige Schwenkmechanik anzugeben, die in einfacher Weise den jeweiligen Gegebenheiten angepasst werden kann.

**[0007]** Gelöst wird die Aufgabe mit einer Anordnung durch die Merkmale des Anspruchs 1 oder des Anspruchs 2. Weiterführungen und Ausbildungen sind in den Unteransprüchen formuliert.

**[0008]** Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die Schwenkmechanik geeignet ist, die Objekte auf beliebigen Bahnen zu bewegen und nicht nur auf einer bogenförmigen Bahn, wie es häufig für astronomische oder solare Anwendungen vorgeschlagen wird. Durch die Anordnung mehrerer kleiner Objekte, die im Verband, synchron, durch nur zwei verhältnismäßig kleine Stellmotoren zweiachsig nachgeführt werden, ergeben sich gegenüber den standardisierten Nachführungen einzelner großer Objekt mit im Verhältnis gleichgroßer nachzuführender Fläche zahlreiche Vorteile:

Die Anwendung auf schrägem – (auf Hausdächern) und senkrechtem – (an Fassaden) Untergrund ist möglich. Geringer Windwiderstand macht aufwändige und kostspielige Verankerungen am Untergrund überflüssig. Die erfindungsgemäße Nachführungsmechanik benötigt, aufgrund ihrer flachen und somit wenig Momente erzeugende Bauweise, nur verhält-

nismäßig schwache Stellmotoren, die, im Verhältnis zu den bei herkömmlichen Nachführungen eingesetzten Stellmotoren, viel weniger Strom benötigen. Durch eine belüftete Abdeckung ist die erfindungsgemäße Nachführmechanik vor äußerlicher Einwirkung geschützt und daher auch in schwieriger Umgebung (z. B. in staubiger Umgebung) nahezu wartungsfrei einsetzbar.

**[0009]** Zur Vereinfachung der Darstellung werden im Folgenden als nachzuführende Objekte Solarzellen genannt. Die Schwenkmechanik ist jedoch prinzipiell für alle Einrichtungen anwendbar, bei denen Objekte parallel und simultan auf einer gemeinsamen Bahn um eine erste Achse drehbar und um eine zweite Achse schwenkbar auszurichten und nachzuführen sind.

**[0010]** Besondere Merkmale der Schwenkmechanik können einzeln oder gemeinsam verwirklicht sein. Diese Merkmale sollen kurz aufgezählt werden.

**[0011]** Der erste Objektträger (**82**) ist drehbar oder nicht drehbar und nicht linear verschiebbar. Der zweite Objektträger (**84**) ist drehbar und linear verschiebbar. Er ist von einem Linearantrieb (**11**, **26**) und von einem Drehantrieb (**51**) beaufschlagbar gelagert. Diese Konstruktion kann auch im umgedrehten Verhältnis zueinander ausgebildet sei, wobei der erste Objektträger (**82**) drehbar oder nicht drehbar und linear verschiebbar ist und der zweite Objektträger drehbar und nicht linear verschiebbar ist.

**[0012]** Die Lagerverbindungen zwischen Tragarm (**92**) und erstem oder zweitem Objektträger (**82**, **84**) können in zwei Varianten ausgebildet sein, wobei eine gelenkige Linearführung (z. B. **83** in [Fig. 1](#)) des Tragarms (**92**) jeweils immer an einem der beiden Objektträger auszubilden ist und eine „einfache“ gelenkige Lagerverbindung (z. B. **88** in [Fig.](#)) an einer anderen.

**[0013]** Die erste Gelenkverbindung (**83**) am ersten Objektträger (**82**) kann als Drehgelenk und die zweite Gelenkverbindung (**88**) am zweiten Objektträger (**84**) als drehgelenkige Linearführung ausgebildet sein. Oder die erste Gelenkverbindung (**83**) kann am ersten Objektträger (**82**) als gelenkige Linearführung und die zweite Gelenkverbindung (**88**) am zweiten Objektträger (**84**) als Drehgelenk ausgebildet sein.

**[0014]** Die gelenkige Linearführung kann beispielsweise als Langloch (**93**) im Tragarm (**92**) ausgebildet sein, in dem ein, an einem der Objektträger (**82** oder **84**) befestigter, als Stift ausgebildeter Mitnehmer (**88**) verschiebbar läuft. (näher dargestellt in [Fig. 3a](#)) Der erste Objektträger (**82**) kann als Rohr ausgebildet sein und koaxial in einem ebenfalls als Rohr ausgebildeten zweiten Objektträger (**84**) liegen (näher dargestellt in [Fig. 3a](#)).

**[0015]** Die einfachste Ausführung der Erfindung besteht darin, dass nur eine Schwenkmechanik vorhanden ist, so dass nur eine einzige Reihe von Objekten von der Schwenkmechanik beaufschlagt wird. Die erweiterte Ausführung der Erfindung besteht darin, dass parallel zu einer einzigen Schwenkmechanik mindestens eine weitere Schwenkmechanik vorhanden ist, die gleichartig zur ersten Anordnung ausgebildet ist. Hierzu reicht es aus, die für das Ausrichten der ersten Schwenkmechanik vorhandenen motorischen Antriebe für das Drehen und das Schwenken, über eine Transmission des Drehantriebs und über eine Transmission des Linearantriebs, ebenfalls zum Schwenken und Drehen der parallelen Schwenkmechanik einzusetzen (zu erkennen in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#)).

**[0016]** Es reichen dann zwei Antriebe für die zweiachsige Nachführung eines mehrreihigen Objektverbandes aus.

**[0017]** Die Tragarme (**92**) stehen untereinander in einer festen Lagebeziehung. Sie kann so sein, dass sie parallel zueinander stehen oder die Lagebeziehung kann derart sein, dass die Oberfläche der Objekte (**96**) parallel zueinander liegen.

**[0018]** Die Schwenkmechanik sollte automatisch gesteuert sein, wobei sich zwei Alternativen anbieten, eine erste automatische Steuerung, die über eine Messeinrichtung, die den Einstrahlungswinkel der Sonne bestimmt, verfügt, und eine andere automatische Steuerung, die über eine uhr- und kalendergesteuerte Regeleinheit nach Tages- und Jahreszeit verfügt.

**[0019]** Die Schwenkmechanik kann mit einer transparenten Abdeckung (**70**) versehen sein, so dass die Anordnung mindestens windgeschützt aufgestellt ist. Bei einer vollständigen Abdeckung der gesamten Anordnung kann eine Lüftung (Luftstromeinlass **73**, Luftstromauslass **74**) erforderlich sein. ([Fig. 10](#))

**[0020]** Schematische Darstellungen und bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Figuren in Einzelnen dargestellt. Wobei die Figuren zeigen:

**[0021]** [Fig. 1](#) schematische Darstellung der Schwenkmechanik,

**[0022]** [Fig. 2](#) eine Draufsicht auf den äußeren Rand einer Schwenkmechanik und den Linearantrieb,

**[0023]** [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) zwei Schnittdarstellungen zu [Fig. 2](#),

**[0024]** [Fig. 4](#) eine erste Ansicht des Schwenkantriebs in paralleler Anordnung,

[0025] [Fig. 5](#) eine zweite Ansicht des Schwenkantriebs in paralleler Anordnung,

[0026] [Fig. 6](#) eine Draufsicht der Schwenkmechanik und des Linearantriebs in paralleler Anordnung,

[0027] [Fig. 7](#) Schnittdarstellung einer alternativen Lagerung im Getriebeschlitten,

[0028] [Fig. 8](#) Schnittdarstellung bei einer weiteren alternativer Ausführung (Linearbewegung des Außenrohrs) und

[0029] [Fig. 9](#) Gesamtansicht einer transparent abgedeckten Anordnung.

[0030] Der Kern der Erfindung ist in der [Fig. 1](#) schematisch dargestellt, mit der die Schwenkmechanik erläutert wird. Die Prinzipskizze ([Fig. 1](#)) zeigt den Aufbau einer Schwenkanordnung für zwei, in einer linearen Reihe angeordnete, Objekte (96). Die Anordnung ist auf einer Unterlage oder auf einem Fundament (70) befestigt. Die Unterlage (70) kann horizontal oder geneigt gegen die Erdoberfläche angeordnet sein (z. B. bei der Montage auf Schrägdächern) oder auch senkrecht zur Erdoberfläche stehen (z. B. bei der Montage an Fassaden). Der Kern der Anordnung besteht aus zwei parallel angeordneten, langgestreckten Objektträgern (82, 84), wobei der erste Objektträger (82) in einer von den Lagern (52, 53) des zweiten Objektträgers (84) definierten Drehachse (86) liegt (koaxial). Die Objektträger können stangenförmig oder als Rohre (wie in [Fig. 2](#) bis [Fig. 10](#)) ausgebildet sein. Für die prinzipielle Betrachtung spielt der Querschnitt der langgestreckten Objektträger keine Rolle.

[0031] Jeder Tragarm (92) ist an beiden Objektträgern (82, 84) befestigt, wobei ein erster Befestigungspunkt (83) am ersten Ende (87) des Tragarms (92) liegt und dort drehbar und linear verschiebbar gelagert ist und ein zweiter Befestigungspunkt (88) zwischen dem ersten Ende (87) und dem Befestigungspunkt (95) des Tragarms (92) liegt und dort drehbar gelagert ist.

[0032] In einer der beiden gelenkigen Verbindungen (83, 88) des Tragarms (92) muss, zusätzlich zu der Drehlagerung, eine Längsverschiebung des Tragarms möglich sein (in [Fig. 3a](#) durch ein Langloch 93 mit Stift (88) realisiert). In welchem der beiden Lagerverbindungen (83, 88) eine zusätzlich Längsverschiebung des Tragarms (92) möglich ist, kann variieren. Beide Alternativen führen zum erfindungsgemäßen Ergebnis.

[0033] Der erste Befestigungspunkt (83) befindet sich in der Achse (86). Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Die Längerstreckung des ersten Objektträgers (82) ist in [Fig. 3b](#) als Kurbelwelle ausge-

bildet, so dass diese Konstruktion zu einem anderen ersten Befestigungspunkt (83), unterhalb oder oberhalb, parallel zur Drehachse (86, 86a) führt. Bei diesem ersten Objektträger (82) in „Kurbelform“ würde der Abstand zwischen den beiden Lagerstellen (83, 88) möglichst groß gestaltet sein und somit die Übersetzung der Hebelwirkung im Tragarm (92) positiv beeinflusst werden. Der erste Objektträger muss jedoch für den Linearantrieb im Lager 12 ([Fig. 2](#) und [Fig. 3a](#)), koaxial zu der Lagerung (52, 53) des zweiten Objektträgers (84), in einer gemeinsamen Drehachse (86) gelagert sein. Bei der Drehbewegung (51) behält das Lager (12) seine Position stets bei, da Linearbewegung und Drehbewegung an der Stelle Lager (12) voneinander abgekoppelt sind.

[0034] Durch gezielte Drehbewegung (51) des zweiten Objektträgers (84) werden die Tragarme (92) und mit ihnen die Objekte (96) um die Drehachse (86) bewegt und lassen sich somit um die erste Achse (86) der Nachführung ausrichten. Durch gezielte Linearbewegung (11) des ersten Objektträgers (82) gegen den zweiten Objektträger (84) werden die Tragarme (92) und mit ihnen die Objekte (96) geschwenkt und somit um die zweite Achse (y-y in [Fig. 3a](#)) der Nachführung ausgerichtet.

[0035] Es ist anzumerken, dass es von der Ausbildung der gelenkigen Verbindung (83) am ersten Objektträger (82) abhängt, ob der erste Objektträger (82) bei der Drehbewegung (51) des zweiten Objektträgers (84) mitgedreht wird oder nicht. Das Gelenk (83) kann als doppelgelenkige Verbindung (83') (auf dem ersten Objektträger verdrehbares Gelenk) ausgeführt sein (in [Fig. 7](#) dargestellt), so dass sich der erste Objektträger (82) bei der Drehbewegung (51) nicht mitbewegt und somit das Lager (12) für den Linearantrieb durch eine feste Einspannung (12') am Getriebeschlitten (14) ersetzt werden kann.

[0036] Es ist anzumerken, dass die Linearbewegung (11) für die Schwenkung des Tragarms um die Achse (y-y) nicht zwingend gemäß [Fig. 1](#) über den ersten Objektträger (82) erfolgen muss, sondern sie auch über den zweiten Objektträger (84) eingeleitet werden kann (dargestellt in [Fig. 8](#)), so dass nicht der erste Objektträger (82) gegen den zweiten Objektträger (84) verschoben wird, sondern der zweite Objektträger (84) gegen den ersten Objektträger (82) (dargestellt in [Fig. 8](#)). Die Erfindung soll somit nicht auf die Linearführung allein am ersten Objektträger (82) eingeschränkt sein.

[0037] Die Lagerung der Schwenkanordnung (82, 84) erfolgt in mindestens zwei oder, wie in [Fig. 3a](#) dargestellt, drei Lagern (12, 90, 91) für die Linearbewegung und in zwei Lagern (52, 53) für die Drehbewegung (51). Die Lager (90, 91), die den ersten Objektträger (82) bei der Linearbewegung in seiner Bewegung führen (in [Fig. 3a](#) als Gleitlagerhülse (90)

dargestellt), können koaxial in die Lager (52, 53) für die Drehbewegung integriert werden (Fig. 3a Gleitlagerhülse (90)).

**[0038]** Die einfachste Ausführung der Erfindung besteht darin, dass nur eine Schwenkmechanik vorhanden ist, so dass nur eine einzige Reihe von Objekten von der Schwenkmechanik beaufschlagt wird. Die erweiterte Ausführung der Erfindung besteht darin, dass parallel zu einer einzigen Schwenkmechanik mindestens eine weitere Schwenkmechanik vorhanden ist, die gleichartig zur ersten Anordnung ausgebildet ist (erkennbar in den Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6 und Fig. 9). Hierzu reicht es aus, die erwähnten motorischen Antriebe ebenfalls für das Schwenken und Drehen der parallelen Schwenkmechaniken einzusetzen, so dass zwei Antriebe für die zweiachsige Auslenkung eines mehrreihigen Objektverbandes ausreichen. Der Linearantrieb wird über die gemeinsame Achse (24) an die parallelen Schwenkmechaniken vermittelt. Die Drehmechanik wird über die Transmission – Hebelarm (62), Schubstangenverbindung (64) vermittelt.

**[0039]** Eine Ausführungsform der Erfindung wird in der Draufsicht der Fig. 2 und der Schnittdarstellungen Fig. 3a und Fig. 3b deutlich, mit denen die Schwenkmechanik im konstruktiven Zusammenhang erläutert wird.

**[0040]** Gegenüber der schematischen Darstellung der Fig. 1 werden in den Darstellungen der weiteren Figuren nunmehr konkrete Konstruktionen mit Objektträgern aus zwei koaxial angeordneten Rohren (Hohlzylinder (82) und (84)) angesprochen. Innenrohr (82) und Außenrohr (84) sind gegeneinander über zugehörige, motorische Antriebe (10, 50) linear verschiebbar gelagert. Als Objekte werden nunmehr Solarzellen oder auch Parabolspiegel oder Fresnel-Linsen betrachtet.

**[0041]** Die Objekte (Solarzellen) liegen in einem Rahmen (94) und sind dort befestigt (Befestigung 95). Die Größe der Solarzellen (96) kann die übliche Herstellgröße von ca. 10 × 10 cm oder 12 × 12 cm sein. Der Rahmen ist, in Fig. 1 und 3, senkrecht ( $\delta = 90^\circ$ ) zum Tragarm angebracht. Es kann jedoch konstruktiv sinnvoll sein, den Rahmen (94) der Solarzelle mit einem dem Neigungswinkel der Unterlage (70) gegen die Erdoberfläche (zum Beispiel bei der Montage auf Schrägdächern) angepassten Befestigungswinkel ( $\delta$ ) am Tragarm (92) anzuordnen.

**[0042]** Es kann sinnvoll sein, den Befestigungswinkel ( $\delta$ ) von der geografischen Breite des Standorts abhängig einzustellen, wobei als Ausgangsstellung gewählt werden kann, dass die Objekte (Solarzellen) bei einem bestimmten Tag des Jahres (mittags) senkrecht zur Sonne ausgerichtet sind. Die Wahl der Grund- oder Mittelstellung der Schwenkmechanik

und die des Befestigungswinkels ( $\delta$ ) kann der Fachmann aus Solarstrahlungsdaten des Aufstellungsortes ermitteln und einrichten.

**[0043]** Des Weiteren kann es sinnvoll sein, den Befestigungswinkel ( $\delta$ ) so zu wählen, dass der notwendige Bewegungsradius des Tragarms reduziert wird. Der Tragarm (92) kann in diesem Fall kürzer sein, was eine insgesamt flachere Konstruktion möglich macht.

**[0044]** Bei der Wahl des Befestigungswinkels ( $\delta$ ) ist darauf zu achten, dass die Abstände der Objekte im Objektverband untereinander so zu wählen sind, dass die durch einen Winkel  $\delta < 90^\circ$  gesteigerte Schattenbildung berücksichtigt ist.

**[0045]** Zu erwähnen ist noch, dass es sinnvoll sein kann, die Achse(en) (86) der Schwenkanordnung(en) in Nord-Süd-Richtung zu positionieren, um die Bewegungsabläufe der zweiachsigen Nachführung zu optimieren (siehe auch Fig. 9).

**[0046]** Als Grundstellung der Objekte (Solarzellen) kann eine Stellung definiert werden, in der der Tragarm (92) senkrecht zur Achsmittelpunkt (86) der Schwenkanordnung steht. Der Schwenkbereich überstreicht dann ausgehend von dieser Grundstellung in beiden Schwenkrichtungen (Winkel  $h$ ) einen Bereich von ca.  $60^\circ$ , welcher dadurch begrenzt sein kann, dass die Zellenrahmen (94), in denen die Objekte (96) gefasst sind, in Berührung mit der Schwenkmechanik kommen. Der mögliche Schwenkbereich wird somit von der Geometrie der Objekte, dem Befestigungswinkel  $\delta$  und der Länge des Tragarms (92), sowie der Dimensionierung der Konstruktion begrenzt. Der Bereich der Drehbewegung ist ähnlich wie der der Schwenkbewegung von der Geometrie der Anordnung abhängig. In Fig. 1 ist die Drehbewegung durch den Winkel  $\gamma$  angedeutet.

**[0047]** Es ist möglich und sinnvoll, die Lagerung (83) (siehe Länge des Langlochs 93 beispielsweise in Fig. 3a) so zu dimensionieren, dass der Schwenkbereich eingrenzt ist und es somit zu keiner Kollision der Träger (94) mit der Anordnung kommt. Es kann außerdem auch im Lager (12) (siehe Getriebebeschlitten 14 in Fig. 3a) ein Stopperelement die Bewegung des Innenrohrs (82) (des ersten Objektträgers 82) einschränken und somit eine Kollision mit der Unterlage (70) vermeiden.

**[0048]** Die motorischen Antriebe (10, 50) (beispielsweise ein Motor mit Drehmomentgetriebe) sitzen ebenfalls auf der Unterlage (70), auf der die gesamte erfindungsgemäße Schwenkmechanik aufgebaut ist. Der elektrische Antrieb der Elektromotoren kann aus einer unabhängigen Energiequelle bezogen werden oder auch selbst aus der Leistung der Solarzellen gespeist sein. Die elektrische Verkabelung (30) (Fig. 6)

der Motoren erfolgt über elektrische Leitungen.

**[0049]** Der motorische Antrieb (10) bewegt linear den ersten Objektträger (Innenrohr 82) gegen den linear nicht verschiebbaren zweiten Objektträger (Außenrohr 84). Der erste Objektträger (Innenrohr 82) ist in einem Gleitlager (90) koaxial, linear verschiebbar zum zweiten Objektträger (84) gelagert, wobei über Zahnrad (22) und Zahnstangengetriebe (20) ein Getriebebeschlitzen (14) angetrieben wird. Der Getriebebeschlitzen (14) wird durch zwei Führungsschienen (16) auf der Unterlage (70) seitlich geführt, wodurch die beiden Lager (12) den ersten Objektträger (82) in der Linearbewegung (11) mitnehmen. Der erste Objektträger (82) ist in den Lagern (12) des Getriebebeschlitzens (14) drehbar beweglich.

**[0050]** Die Linearverschiebung des ersten Objektträgers (Innenrohr 82) durch den Linearantrieb (10) bewirkt eine Hebelbewegung am Tragarm (92), an dem das Objekt (96) angebracht ist. Dadurch verkürzt oder verlängert sich der Abstand zwischen dem einachsigen Lager (83) (erster Befestigungspunkt) und dem einachsigen Geschiebelager (Langloch 93 Steuerstift 88), je nach Bewegungsrichtung und Ausgangsstellung. Die Hebelwirkung erzeugt am anderen Ende des Tragarms (92), an dem der Rahmen (94) für das Objekt (96) fixiert ist, die gewünschte Schwenkbewegung (Winkel  $h$ ) um eine erste Achse ( $y-y$ ). Die Drehung um die zweite Achse (86) der Schwenkmechanik wird durch Drehbewegung (51) des Außenrohrs (84) von einem zweiten motorischen Antrieb (50) erzeugt, wodurch sich der Tragarm (92) und mit ihm auch das an ihm fixierte Objekt (96) um die zweite Achse (86) dreht.

**[0051]** Der Tragarm (92) wird (in Fig. 3a) an seinem unteren Ende von einem Mitnehmerstift (83) gehalten, wobei der Mitnehmerstift (83) sich am Ort der gemeinsamen Drehachse (86) der beiden Rohre befindet. Mit der Linearbewegung (11) des Innenrohrs (82) bleibt der Mitnehmerstift (83) in jeder Position der Schwenkmechanik in der Achsmittte (86) (Fig. 3a) (oder wie in Fig. 3b dargestellt auf einer Parallelen 86a zu der Achsmittte 86). Die zweite Lagerstelle des Tragarms wird durch einen Steuerstift (88) gebildet, der etwa am Außendurchmesser (Peripherie 84a) des Außenrohrs (84) angebracht ist und den Tragarm in einem Langloch (93) durchdringt.

**[0052]** Erkennbar in Fig. 4 und Fig. 5 ist, dass mit Drehung (Pfeil 51) des Außenrohrs (84) über den motorischen Antrieb (50) alle Solarzellen simultan durch eine Hebelarm (62)-Schubstangenverbindung (64) mitbewegt werden.

**[0053]** Die Fig. 4, Fig. 5 und Fig. 6 zeigen je eine Ansicht auf eine Ecke der erfindungsgemäßen Anordnung, mit unterschiedlichen Stellungen der Solarzellen, in geschwenkter und gedrehter Position. Meh-

rere Schwenkanordnungen sind parallel angeordnet. Alle tragen ebenfalls eine Reihe von Solarzellen. Die Fig. 6 zeigt, dass der Linearantrieb (10) von einem Elektromotor (mit einem Drehmomentgetriebe 26) realisiert wird.

**[0054]** An einem der freien Enden (Endabschnitt 60) jeden Außenrohrs (84) ist je ein Hebelarm (62) befestigt, der in Fig. 4 nach unten (zur Unterlage 70 hin) zeigt. Zwischen den Hebelarmen (62) ist je eine Schubstange (64) angeordnet, so dass die Drehbewegung (51) des motorisch angetriebenen Außenrohrs auf alle weiteren parallel liegenden Außenrohre übermittelt wird.

**[0055]** In den Fig. 7 und Fig. 8 sind weitere Ausführungen der Erfindung aufgeführt.

**[0056]** In der Fig. 7 ist der Getriebebeschlitzen (14) für den Linearantrieb (anders als in Fig. 3a oder Fig. 3b) fest mit dem Innenrohr verbunden (12'). Das Innenrohr (82) ist nicht drehbar. Das untere und innere Ende des Tragarms (92) ist über ein Gelenk mit einer Hülse (83'), die das Innenrohr 82 lose umfasst, verbunden. Die Hülse (83') lässt nur Rotations- aber keine Linearbewegungen auf dem Innenrohr (82) zu. Das Innenrohr (82) wird bei Rotationsbewegung des Außenrohrs (84) somit nicht mitbewegt. Die lineare Verschiebung des Innenrohrs wird über die Hülse (83') und die gelenkige Verbindung auf den Tragarm (92) übertragen und erzeugt die Hebelwirkung für die Auslenkung des Tragarms. Bei der Rotation des Außenrohrs (84) wird somit das Innenrohr (82) nicht mitbewegt. Somit werden die Bewegungsabläufe der beiden Nachführachsen (86 und  $y-y$ ) nicht, wie in der zuvor beschriebenen Ausführungsform in den Lagern (12), wie in Fig. 1 bis Fig. 4, getrennt, sondern in der gelenkigen Hülse (83'). Ein Unterschied dieser Ausführung liegt darin, dass die Hülse (83') den notwendigen Abstand zwischen dem Innen- und dem Außenrohr vergrößert, was eine dickere Rohrkonstruktion zur Folge hat. Außerdem ist für jede Tragarm-Innenrohr-Verbindung jeweils eine eigene Hülse nötig, so dass in der Summe mehrere gelenkige Hülsevenverbindungen eingesetzt werden müssen. Dies Ausführungsbeispiel soll zeigen, dass anstelle der Gelenke (83, 88) oder Hülsen (83') auch beliebig anders gearbete gelenkige Verbindungen ausgeführt sein können.

**[0057]** In der Fig. 8 ist der Getriebebeschlitzen (14), für den Linearantrieb, über zwei Kugellager (12.1) mit dem Außenrohr (84) verbunden. Das Innenrohr (82) ist an seinen äußeren Enden drehbar gelagert (12''). In dieser Ausführung ist das Außenrohr mit dem Linearantrieb beaufschlagt. Die Bewegungsabläufe der beiden Nachführachsen (86 und  $y-y$ ) werden in dieser Ausführung (Fig. 8) in dem Lager (12.1) des Getriebebeschlitzens und in dem Lager (12'') des Innenrohrs (erste Objektträger 82) von einander getrennt.

[0058] In [Fig. 9](#) ist eine Gesamtansicht einer Anordnung mit einer transparenten Abdeckung (75) gezeichnet. Auf dem Fundament (70) sind fünf Reihen einer Schwenkmechanik angeordnet, die jeweils 6 Solarzellen (Objekte 96) tragen. Die Schwenkmechaniken werden jeweils durch fünf Rohranordnungen (82, 84) gebildet und von zwei elektrischen Antrieben (10, 50), für das Schwenken und für das Drehen, in Bewegung gesetzt. Es ist angedeutet, dass die Achsen der Schwenkmechaniken in Südrichtung (S) liegen und dass somit die tägliche Bewegung der Solarzellen um einen Winkel  $\alpha$  (in der horizontalen Ebene) östlich und westlich der Südrichtung vollzogen werden kann.

[0059] Bezugszeichen, soweit auch im Text nicht aufgeführt:

#### Bezugszeichenliste

|           |  |
|-----------|--|
| 10        | Linearantrieb (Schwenken), elektromotorischer Antrieb in einem Getriebegehäuse |
| 11        | Linearbewegungsrichtung (Schwenken)  |
| 12        | Lager erster Objektträger für Linearantrieb                                    |
| 12.1      | Lager für den ersten Objektträger  |
| 12'       | feste Einspannung erster Objektträger mit Getriebebeschlitzen                  |
| 12''      | Lager erster Objektträger  |
| 14        | Getriebebeschlitzen  |
| 16        | (innere, äußere) Führungsschienen  |
| 20        | Zahnstangengetriebe  |
| 21        | Zahnstange   |
| 22        | Zahnrad  |
| 24        | Welle  |
| 26        | Linearantrieb erster elektromotorischer Antrieb                                |
| 28        | Motorhalterung auf Fundament   |
| 30        | Kabel für den Motor  |
| 50        | Drehantrieb, zweiter elektromotorischer Antrieb                                |
| 500       | Transmission der Drehbewegung per Zahnriemenverbindung                         |
| 51        | Drehrichtung (Drehen)  |
| 52, 53    | Rillenkugellager, Lagerung Drehbewegung  |
| 54        | Motorhalterung   |
| 56        | Zahnriemen, Kette, Riemtrieb   |
| 57', 57'' | Treibrad, Aufnahme   |
| 58        | Lagergehäuse (Lagerung Drehbewegung)   |
| 60        | Endabschnitte Außenrohr  |
| 62        | Hebelarm   |
| 64        | Schubstange  |
| 70        | Unterlage (Fundament, geneigte Fläche)   |
| 73        | Belüftung Einlass  |
| 74        | Belüftung Auslass  |
| 75        | transparente Abdeckung   |
| 82        | erster Objektträger, Innenrohr   |

|          |  |
|----------|--|
| 82a      | Oberkante Innenrohr (erste längliche Öffnung für Tragarm 92)   |
| 82b      | Kurbelwelle  |
| 83, 83'  | zweites Tragarmlager; Anlenkpunkt, Mitnehmerstift, Hülse, Doppelgelenkige Lagerverbindung)             |
| 84       | zweiter Objektträger; Außenrohr  |
| 84a      | Peripherie Außenrohr (zweite längliche Öffnung für Tragarm 92)   |
| 86       | Drehachse, Mittelachse (erste Nachführachse – Schwenken)   |
| 86a      | Parallele Gerade zur Mittelachse (86)  |
| 87       | Tragarmende  |
| 88       | Angriffspunkt erstes Tragarmlager, Steuerstift, gelenkige Verbindung (mit oder ohne Längsverschiebung) |
| 90 91    | Lager zweiter Objektträger (Gleitlager; bzw. Festlager)  |
| 92       | Tragarm  |
| 93       | Langloch   |
| 94       | Rahmen, Träger,  |
| 95       | Tragarmbefestigung am Rahmen   |
| 96       | Objekte, Solarzelle, Fresnel-Linse   |
| 98       | elektrische Leitung Solarzelle   |
| y-y      | zweite Nachführachse – Drehen  |
| $\alpha$ | Winkelabweichung aus Südrichtung   |
| h        | Schwenkwinkel  |
| $\gamma$ | Drehwinkel   |
| $\delta$ | Winkel am Tragarm  |

#### Patentansprüche

1. Schwenkmechanik zur zweiachsigen Nachführung mehrerer Objekte, insbesondere von Solarstrahlungsempfängern, wobei die Schwenkmechanik zwei zueinander parallel angeordnete Objektträger, den ersten und zweiten Objektträger (82, 84), umfasst,  
 – wobei der erste Objektträger (82) in Lagern (90, 91) linear verschiebbar und von einem Linearantrieb (11, 26) beaufschlagt gelagert ist, und der zweite Objektträger (84) in Lagern (52, 53) drehbar und nicht linear verschiebbar, von einem Drehantrieb (51) beaufschlagt gelagert ist  
 und  
 – der erste Objektträger (82) an der Befestigungsstelle des Linearantriebs in einer von den Lagern (52, 53) des zweiten Objektträgers (84) definierten Drehachse (86) liegt,  
 – und die Objekte (96), mit in fester Beziehung zueinander angeordneten Tragarmen (92), an den Objektträgern (82, 84) befestigt sind,  
 wobei jeder Tragarm (92) an seinem ersten freien Ende an einem Befestigungspunkt (95) ein Objekt (96) trägt und jeder Tragarm (92), an seinem zweiten Ende (87), mit dem ersten Objektträger (82), eine erste Lagerverbindung (83) hat,  
 und jeder Tragarm (92) an einem Punkt (88), der zwischen dem Befestigungspunkt (95) und der ersten Lagerverbindung (83) liegt, mit dem zweiten Objekt-

träger (84), eine zweite Lagerverbindung (88) hat.

2. Schwenkmechanik zur zweiachsigen Nachführung mehrerer Objekte, insbesondere von Solarstrahlungsempfängern, wobei die Schwenkmechanik zwei zueinander parallel angeordnete Objektträger, den ersten und zweiten Objektträger (82, 84), umfasst,

– wobei der erste Objektträger (82) drehbar und nicht linear verschiebbar und von einem Drehantrieb (51) beaufschlagt gelagert ist, und der zweite Objektträger (84) drehbar und linear verschiebbar und von einem Linearantrieb (11, 26) beaufschlagt gelagert ist und

– der erste Objektträger (82) an der Befestigungsstelle des Linearantriebs in einer von den Lagern (52, 53) des zweiten Objektträgers (84) definierten Drehachse (86) liegt,

– und die Objekte (96), mit in fester Beziehung zueinander angeordneten Tragarmen (92), an den Objektträgern (82, 84) befestigt sind,

wobei jeder Tragarm (92) an seinem ersten freien Ende an einem Befestigungspunkt (95) ein Objekt (96) trägt und jeder Tragarm (92), an seinem zweiten Ende (87), mit dem ersten Objektträger (82), eine erste Lagerverbindung (83) hat,

und jeder Tragarm (92) an einem Punkt (88), der zwischen dem Befestigungspunkt (95) und der ersten Lagerverbindung (83) liegt, mit dem zweiten Objektträger (84), eine zweite Lagerverbindung (88) hat.

3. Schwenkmechanik nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Lagerverbindung am ersten Objektträger (82) als Drehgelenk (83) und die zweite Lagerverbindung am zweitem Objektträger (84) als gelenkige Linearführung (88) ausgebildet ist.

4. Schwenkmechanik nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Lagerverbindung am ersten Objektträger (82) als gelenkige Linearführung (83) und die zweite Gelenkverbindung am zweiten Objektträger (84) als Drehgelenk (88) ausgebildet ist.

5. Schwenkmechanik nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Objektträger (82) in Lagern (90, 91) drehbar und linear verschiebbar gelagert ist.

6. Schwenkmechanik nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Objektträger (82) in Lagern (90, 91) nur linear verschiebbar gelagert ist und die Lagerverbindung (83) der Tragarme am ersten Objektträger (82) eine doppelgelenkige Lagerverbindung (83') ist.

7. Schwenkmechanik nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Linearführung (83) als Langloch (93) im Tragarm (92) aus-

gebildet ist, in dem ein, an einem der Objektträger (82, 84) befestigter Mitnehmer (83), verschieblich läuft.

8. Schwenkmechanik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagebeziehung der Tragarme (92) zueinander derart ist, dass sie parallel zueinander stehen.

9. Schwenkmechanik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagebeziehung der Tragarme (92) zueinander derart ist, dass die Oberfläche der Objekte (96) parallel zueinander liegen.

10. Schwenkmechanik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Objektträger (82) ausgebildet ist als Rohr und koaxial innen in dem als Rohr ausgebildeten zweiten Objektträger (84) gelagert ist.

11. Schwenkmechanik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass über eine Transmission (62, 64) des Drehantriebs (50) und über eine Transmission (24) des Linearantriebs (11) mindestens eine zweite, parallel zur ersten Schwenkmechanik liegende, Schwenkmechanik angetrieben wird.

12. Schwenkmechanik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine automatische Steuerung der Schwenkmechanik durch eine die Einstrahlrichtung der Sonne auswertende Messeinrichtung vorhanden ist.

13. Schwenkmechanik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine automatische Steuerung der Schwenkmechanik erfolgt.

14. Schwenkmechanik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwenkmechanik mit einer transparenten Abdeckung (75) versehen ist.

15. Schwenkmechanik nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die transparente Abdeckung (75) belüftet ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen





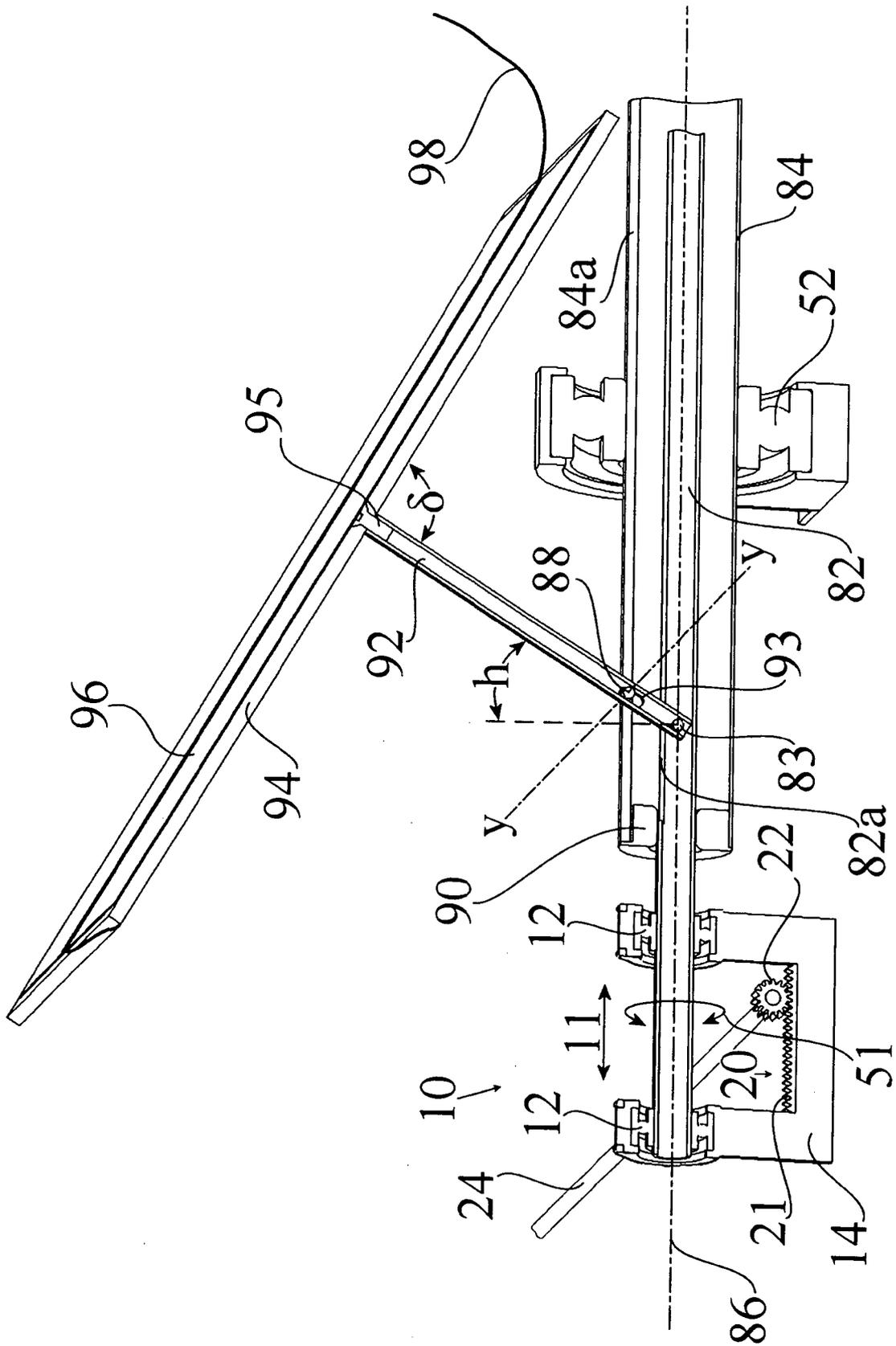


Fig. 3a

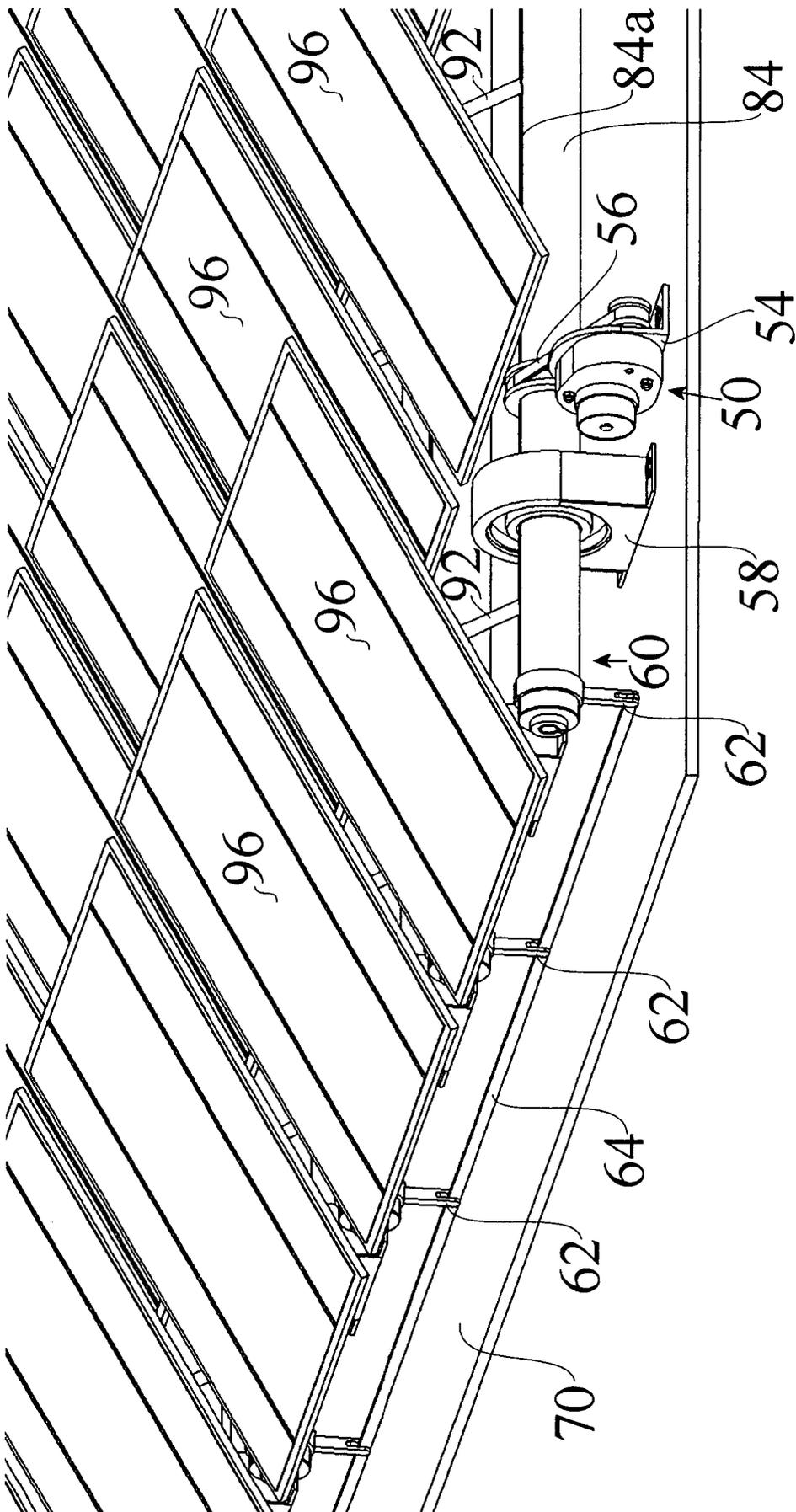


Fig. 4

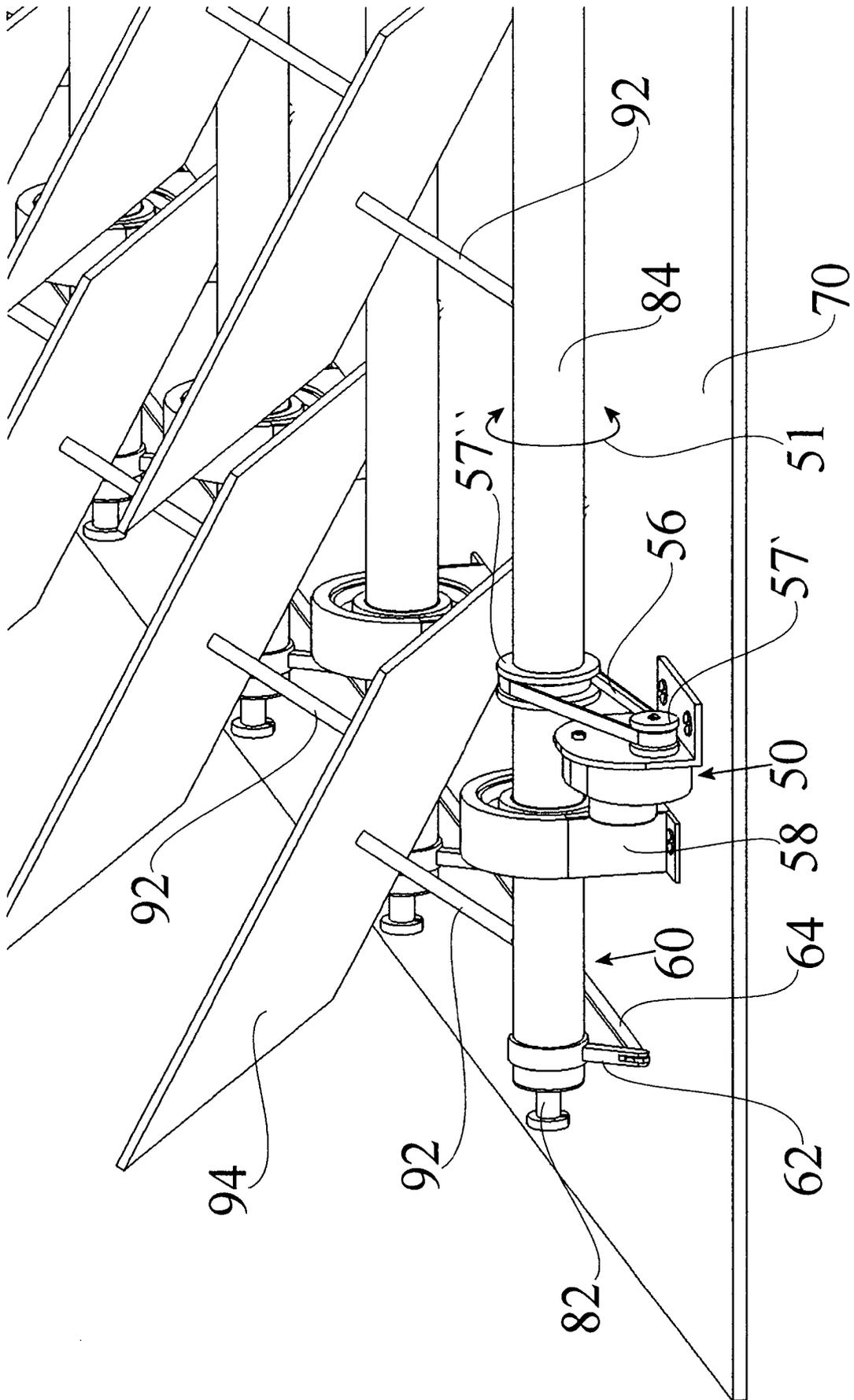


Fig. 5

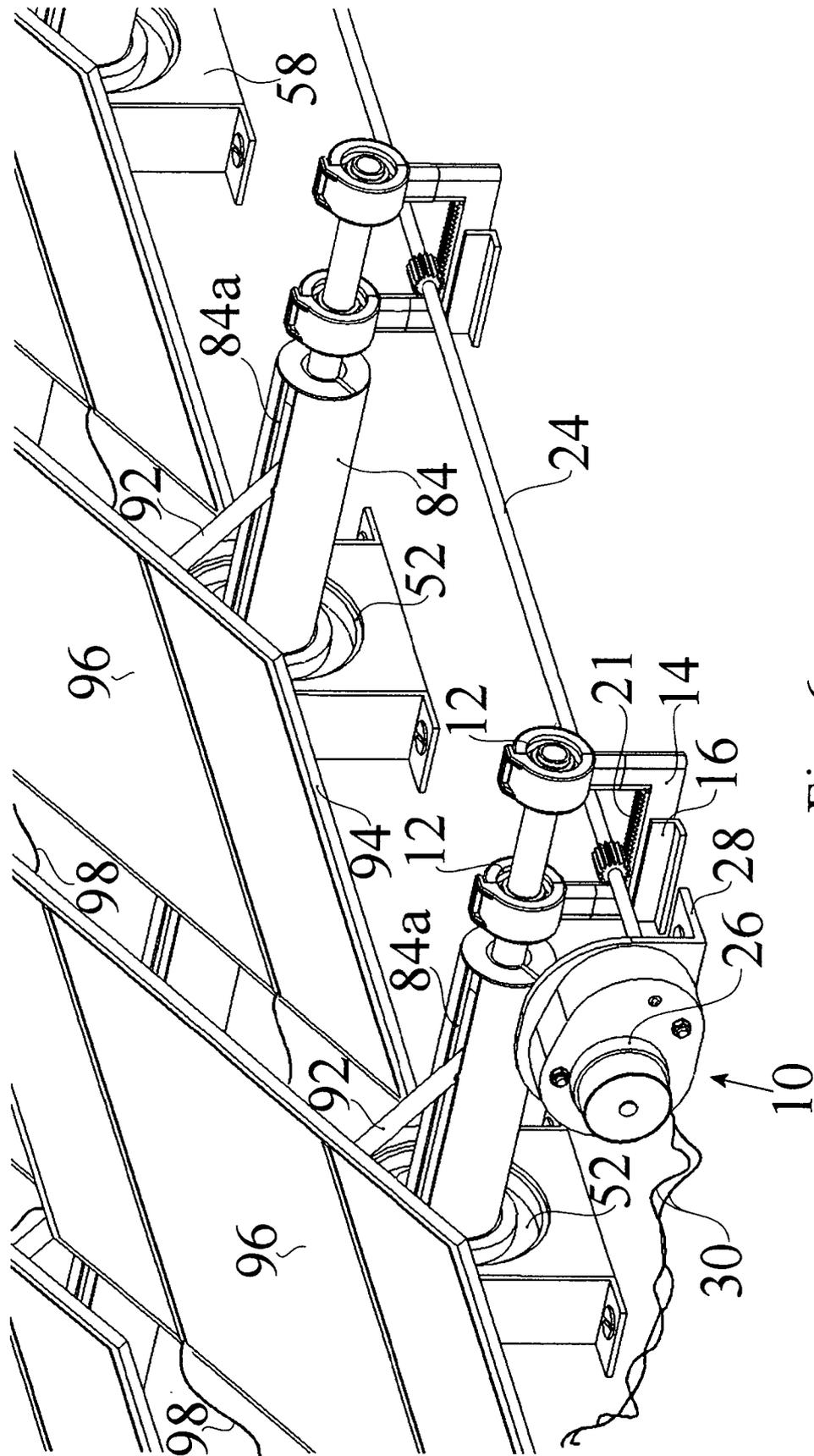


Fig. 6

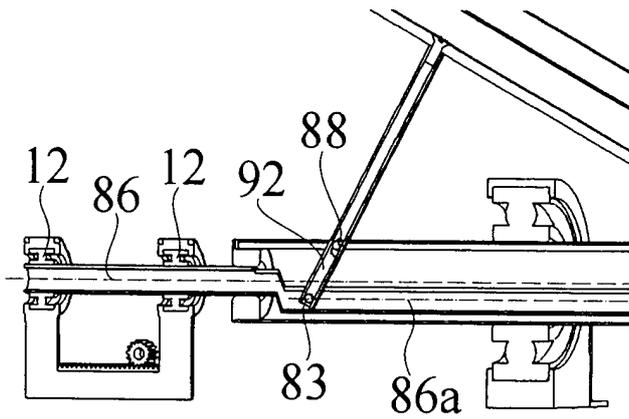


Fig. 3b

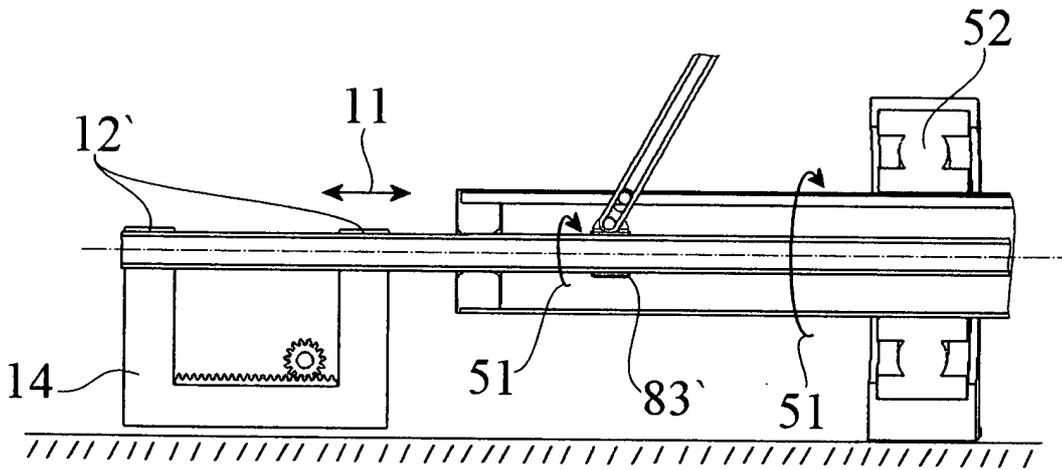


Fig. 7

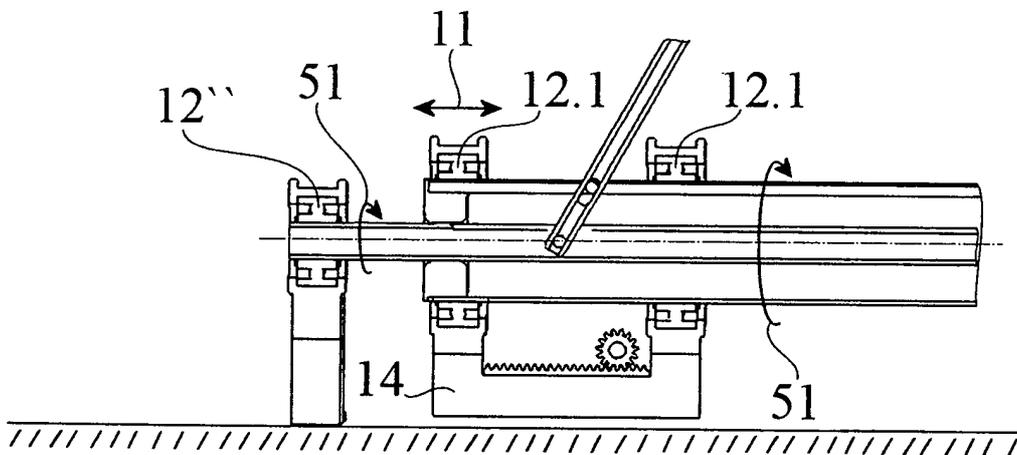


Fig. 8

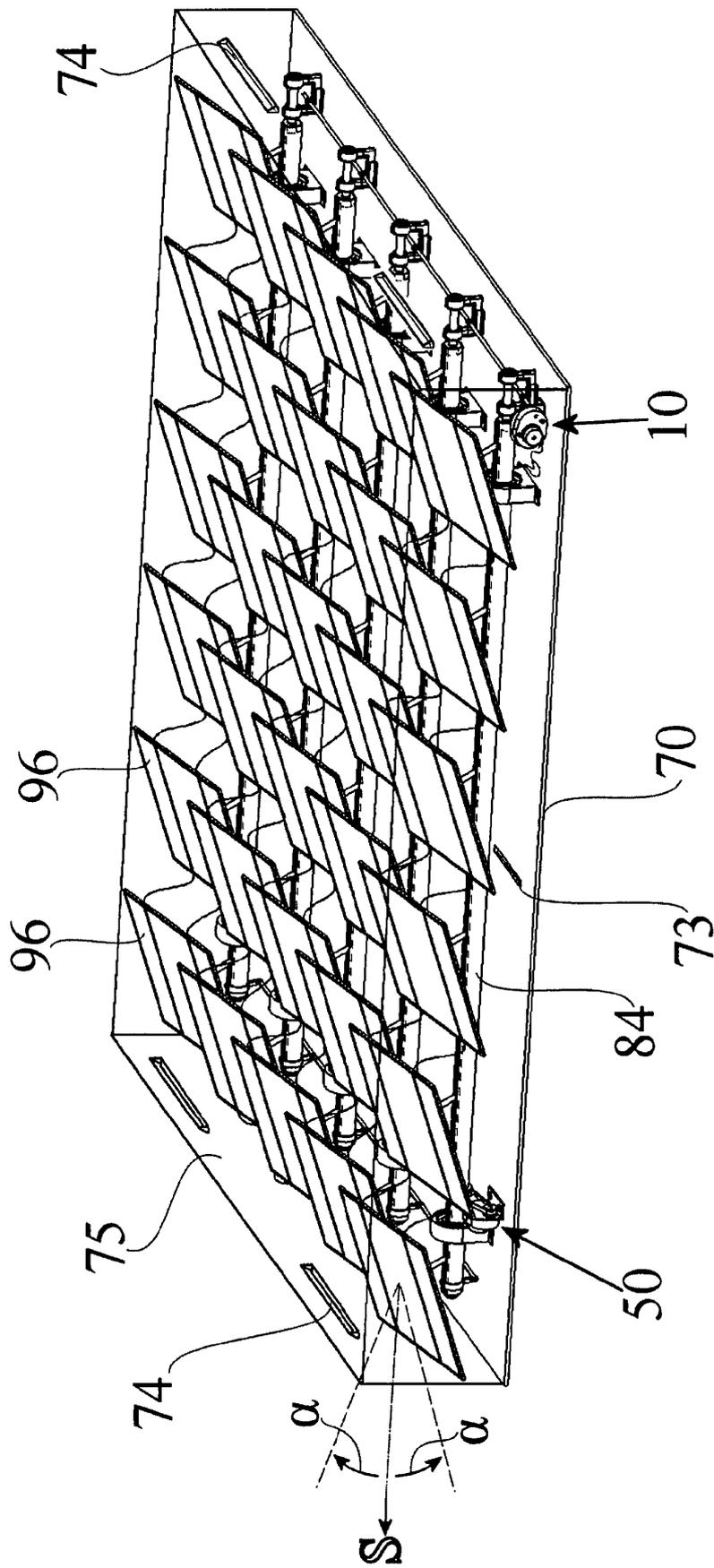


Fig. 9