

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 068 422 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:

07.05.2003 Patentblatt 2003/19

(51) Int Cl.7: **E06B 9/26**, E06B 9/386

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP99/01469

(21) Anmeldenummer: **99911749.2**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 99/046473 (16.09.1999 Gazette 1999/37)

(22) Anmeldetag: **08.03.1999**

(54) **LAMELLENBESCHATTUNGSANLAGE**

SHADING INSTALLATION WITH BLADES

INSTALLATION D'OMBRE A LAMELLES

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU NL
PT SE**

(72) Erfinder: **KLOTZ, Fritz, Harald**

D-73635 Rudersberg (DE)

(30) Priorität: **11.03.1998 DE 19810436**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Ruff, Wilhelm,**

Beier, Dauster & Partner

Postfach 10 40 36

70035 Stuttgart (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

17.01.2001 Patentblatt 2001/03

(56) Entgegenhaltungen:

DE-A- 4 302 883

DE-U- 1 734 532

(73) Patentinhaber: **Zentrum für Sonnenenergie- und
Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg
70565 Stuttgart (DE)**

FR-A- 2 110 753

EP 1 068 422 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Beschattungsanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Beschattungsanlagen mit einer Reihe von Beschattungslamellen, die jeweils um eine quer zur Reihenrichtung verlaufende Längsachse schwenkbeweglich angeordnet sind, werden beispielsweise zur Beschattung großer Fassaden- oder Fensterflächen an Gebäuden eingesetzt, insbesondere an vertikalen Fassaden und an geneigten Flächen von Oberlichtern. Bei den meisten bekannten Beschattungsanlagen dieses Typs werden im Unterschied zum vorliegenden, gattungsgemäßen Anlagentyp alle Lamellen gleichsinnig verschwenkt. Von diesem Typ sind weitergehend Anlagen bekannt, die neben ihrer Beschattungsfunktion eine zusätzliche, solarenergieumwandelnde Funktion erfüllen, wozu die Lamellenreihe mit Photovoltaikelementen bestückt ist. Mit der Bezeichnung Photovoltaikelemente sind vorliegend photovoltaisch aktive Bauelemente eines beliebigen herkömmlichen Typs gemeint. Solche Beschattungsanlagen werden z.B. von der Firma Colt International Limited, Hampshire, Großbritannien, angeboten und sind in einem Firmenprospekt derselben aus dem Jahr 1994 und in der Offenlegungsschrift DE 43 02 883 A1 beschrieben. Bei diesen Beschattungsanlagen sind alle Lamellen mittels eines Stellantriebs um jeweils in Horizontalrichtung, vorzugsweise in Ost-West-Richtung, verlaufende Längsachsen synchron und gleichsinnig von einer Geschlossenstellung als einer ersten Endstellung bis zu einer maximal geöffneten Stellung als einer zweiten Endstellung und wieder zurück verschwenkbar, wozu sie über eine gemeinsame Betätigungsstange an einen elektromotorischen oder elektrohydraulischen Stellmechanismus angekoppelt sind. In der Geschlossenstellung liegen die Lamellenflächen unter Belassung allenfalls geringfügiger Spalte in einer Ebene und sind somit vollflächig dem einfallenden Sonnenlicht zugewandt. Durch stufenloses Verschwenken bis zur maximalen Offenstellung wird mehr diffuses Tageslicht durchgelassen, und gleichzeitig können dadurch in vielen Anwendungsfällen, insbesondere bei vertikal übereinanderliegenden Lamellenachsen, die Lamellenflächen wenigstens annähernd senkrecht zur Sonneneinstrahlung ausgerichtet werden. Der senkrechte Lichteinfall erhöht die spezifische Energieausbeute der Photovoltaikelemente. Jedoch tritt gleichzeitig das Problem auf, dass sich die Lamellenflächen zunehmend partiell gegenüber dem Sonnenlichteinfall abschatten, je mehr sie geöffnet werden. Daher bleibt bei diesem bekannten Anlagentyp ein Teil der auf die Lamellenflächen aufgebrauchten Photovoltaikelemente in den offenen Lamellenstellungen ungenutzt, oder die Photovoltaikelemente werden nur in dem nicht der Abschattung unterliegenden Teil der Lamellenflächen angeordnet. Dies begrenzt die spezifische Energieausbeute der photovoltaischen Energiegewinnung mit dieser Anlage.

[0003] Aus der Patentschrift FR 2 110 753 ist eine Lamellenbeschattungsanlage mit einer Reihe von gleich großen Lamellen bekannt, die jeweils um eine quer zur Reihenrichtung verlaufende Längsachse um denselben Schwenkwinkel derart verschwenkt werden, dass die einander gegenüberliegenden Außenkanten jeweils benachbarter Lamellen näherungsweise auf einer zur Sonnenlichteinstrahlungsrichtung parallelen Verbindungslinie liegen. Dies hat dort zur Folge, dass das direkte Sonnenlicht nur für den singulären Fall, dass die Sonnenlichteinstrahlungsrichtung orthogonal zur Ebene der Lamellenschwenkachsen ist, senkrecht auf die Lamellenflächen auftritt, während es für alle anderen Einfallrichtungen auf sämtliche Lamellenflächen schräg auftritt.

[0004] Alternativ zur gleichsinnigen Verschwenkung aller Lamellen sind auch bereits Beschattungsanlagen der gattungsgemäßen Art vorgeschlagen worden, bei denen die Lamellen alternierend gegensinnig verschwenkt werden. Die Offenlegungsschrift FR 2 691 744 beschreibt eine solche Anlage, bei der benachbarte Lamellen durch einen speziellen Seilzugmechanismus gegensinnig um gleiche Schwenkwinkel verschwenkt werden.

[0005] Die Gebrauchsmusterschrift DE 1 734 532 offenbart eine Jalousieklappe mit gegensinnig verschwenkbaren Lamellen, die zur Einstellung eines gewünschten freien Durchgangsquerschnitts in einem Luftkanal oder dgl. dient und einen speziellen Hebelmechanismus zur gegensinnigen Verschwenkung benachbarter Lamellen um gleich große oder ähnlich große Schwenkwinkel aufweist.

[0006] Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung einer Lamellenbeschattungsanlage der eingangs genannten Art zugrunde, bei der die gewünschte Beschattungsfunktion optimal erfüllt wird und eine möglichst geringe gegenseitige Abschattung der Lamellen auftritt, so dass sich die Anlage bei Bedarf gut für eine zusätzliche solarenergieumwandelnde und/oder lichtsammelnde Funktion nutzen lässt.

[0007] Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung einer Beschattungsanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bei dieser Anlage beinhaltet die Lamellenreihe zwei Gruppen unterschiedlicher, alternierend angeordneter Lamellen, nämlich eine Gruppe von Mitlauflamellen, die vorzugsweise dazu gedacht sind, mit dem sich ändernden Sonnenstand mitzulaufen, d.h. diesem nachgeführt zu werden, und eine Gruppe von Gegenlauflamellen, die in der Reihe abwechselnd zu den Mitlauflamellen angeordnet sind. Die Lamellen der jeweiligen Gruppe werden unter sich gleichsinnig verschwenkt, diejenigen der einen Gruppe jedoch gegensinnig zu denjenigen der anderen Gruppe. Die Verschwenkung erfolgt dabei in einer speziellen Weise derart, dass die einander gegenüberliegenden Bereiche benachbarter Lamellen innerhalb eines die Geschlossenstellung enthaltenden Schwenkbereichs in der Projektion zur Sonnenlichteinstrahlungsrichtung wenigstens näherungsweise nebeneinander und folglich nicht

hintereinanderliegen. Mit anderen Worten, es tritt in Sonnenlichteinfallrichtung gesehen keine signifikante Überlappung der sich gegenüberliegenden Bereiche benachbarter Lamellen und damit keine signifikante gegenseitige Abschattung der Lamellen auf.

[0008] Durch diese zur Schwenkbewegung der Mitlauflamellen gegenläufige, spezielle Schwenkbewegung der zu diesen alternierend angeordneten Gegenlauflamellen läßt sich die gegenseitige Abschattung der Lamellen untereinander innerhalb eines für die meisten Anwendungsfälle ausreichenden Schwenkbereichs von beispielsweise ca. $\pm 60^\circ$ bezüglich der Geschlossenstellung der Lamellenreihe völlig vermeiden und gleichzeitig eine optimale Beschattungsfunktion erfüllen, mit der unkontrollierte Direktlichteinstrahlung praktisch vollständig vermieden werden kann.

[0009] Bei einer nach Anspruch 2 weitergebildeten Beschattungsanlage sind die Mitlauflamellen, d.h. nur jede zweite Lamelle der Lamellenreihe, mit solarenergieumwandelnden und/oderlichtsammelnden Elementen belegt, z.B. mit Photovoltaikelementen oder Lichtkonzentratorelementen. Wegen der weitestgehenden Abschattungsfreiheit können die Mitlauflamellen ganzflächig mit solchen Elementen versehen und innerhalb des besagten Schwenkbereichs von typischerweise bis zu 120° dem Sonnenstand nachgeführt werden, ohne daß eine signifikante Abschattung dieser ganzflächigen Belegung auftritt. Da sich somit die Sonneneinstrahlung von den sonnenlichtnutzenden Elementen ganzflächig und ohne wesentliche Abschattung über den ganzen Tagesverlauf hinweg gut nutzen läßt, ergibt sich trotz der nur alternierenden Belegung der Lamellen mit diesen Elementen eine vergleichsweise große Solarenergieausbeute bei gegebener Lamellengesamtfläche.

[0010] Bei einer nach Anspruch 3 weitergebildeten Beschattungsanlage wird die zur Schwenkbewegung der Mitlauflamellen gegensinnige Schwenkbewegung der Gegenlauflamellen optimal so gesteuert, daß mindestens innerhalb eines die Geschlossenstellung der Lamellenreihe enthaltenden Schwenkbereichs in jeder Lamellenstellung die einander zugewandten Außenkanten benachbarter Lamellen auf einer näherungsweise parallel zur Sonnenlichteinfallrichtung verlaufenden Verbindungslinie liegen. Damit wird innerhalb dieses Schwenkbereichs jegliche Abschattung der benachbarten Lamellen vermieden. Bei gleicher Breite der Lamellen der beiden Gruppen beträgt dieser völlig abschattungsfreie Schwenkbereich für die Mitlauflamellen immerhin ca. $\pm 60^\circ$ um die Geschlossenstellung herum, was eine Sonnenlichtnachführung über einen entsprechend großen Winkelbereich hinweg ermöglicht. Die Gegenlauflamellen verechwenken sich in diesem Fall um etwa den halben Schwenkwinkel der Mitlauflamellen. Mit gegenüber der Breite der Mitlauflamellen geringer werdender Breite der Gegenlauflamellen verringert sich der völlig abschattungsfreie Schwenkbereich etwas, aber auch eine gewisse Überschreitung dieses Schwenkbereichs, die mit einer beginnenden teilweisen

Abschattung der Mitlauflamellen einhergeht, kann in manchen Fällen noch tolerierbar sein.

[0011] Bei einer nach Anspruch 4 weitergebildeten Beschattungsanlage sind die Gegenlauflamellen lichtlenkungssteuernd ausgelegt, d.h. mit entsprechenden Lichtlenkungselementen versehen, wie lichtreflektierenden, lichtstreuenden oder die Richtung von transmittiertem Licht steuernden Elementen. Damit können die Gegenlauflamellen gezielt eine gewünschte Beschattungsfunktionalität erfüllen. Sie können z.B. so ausgelegt sein, daß sie das Tageslicht durch Brechung und/oder Reflexion gezielt in einen Gebäudeinnenraum lenken. Durch eine Realisierung der Gegenlauflamelle als Lichtreflektionsfläche kann zudem bei Bedarf das auftreffende Licht zu einer benachbarten Mitlauflamelle hin reflektiert und dort zusätzlich zum direkt einfallenden Sonnenlicht z.B. photovoltaisch genutzt werden, insbesondere dann, wenn die Lamellen bereits merklich gegenüber der Geschlossenstellung verkippt sind.

[0012] Bei einer nach Anspruch 5 weitergebildeten Beschattungsanlage ist die Lamellenreihe mit quer zur Horizontalen verlaufenden Lamellenlängsachsen angeordnet. Vorzugsweise liegen die Schwenkachsen hierbei parallel zur Vertikalen oder gegenüber dieser um einen spitzen Winkel geneigt. Eine optimale Sonnenlichtausbeute wird durch eine Nord-Süd-Orientierung mit einer der Polachse entsprechenden Neigung erzielt. Die Anordnung der Lamellenschwenkachsen quer zur Horizontalen hat den großen Vorteil, daß die Mitlauflamellen dem Sonnenlauf von Ost nach West nachgeführt werden können. Untersuchungen zeigen, daß diese Nachführung unter sonst gleichen Verhältnissen eine höhere Photovoltaikausbeute ermöglicht als eine Nachführung bezüglich der Sonnenstandshöhe bei horizontal angeordneten Lamellenschwenkachsen.

[0013] Bei einer nach Anspruch 6 weitergebildeten Beschattungsanlage ist eine Nachführeinrichtung zur automatischen Verschwenkung der Mitlauflamellen in Abhängigkeit vom Sonnenstand vorgesehen. Damit läßt sich die besagte optimale Ost-West-Nachführung im Fall von quer zur Horizontalen verlaufenden Lamellenschwenkachsen, je nach Anwendungsfall aber auch jede andere herkömmliche Sonnenstandsnachführung realisieren, wie z.B. eine solche in Abhängigkeit von der Sonnenstandshöhe. Die Nachführeinrichtung kann in herkömmlicher Art einen elektromotorischen, elektrohydraulischen oder thermohydraulischen Stellantrieb für die Mitlauflamellen beinhalten.

[0014] Bei einer nach Anspruch 7 weitergebildeten Beschattungsanlage ist ein Gestänge vorgesehen, mit dem die Mitlauflamellen synchron gekoppelt verschwenkt werden können. Insbesondere eignet sich das Gestänge in Verbindung mit der Nachführeinrichtung nach Anspruch 5 zur automatischen Sonnenstandsnachführung der Mitlauflamellen.

[0015] Bei einer nach Anspruch 8 weitergebildeten Beschattungsanlage sind die Gegenlauflamellen über einen mechanischen Koppelmechanismus, z.B. einen

einfachen Hebelarm oder ein Gelenkviereck, gegenseitig an die Schwenkbewegung der Mitlauflamellen angekoppelt. Dies erspart einen eigenständigen Antrieb für die Gegenlauflamellen und gewährleistet eine definierte gegensinnige Schwenkbewegung derselben gegenüber den Mitlauflamellen.

[0016] Bei einer nach Anspruch 9 weitergebildeten Beschattungsanlage werden die Mitlauflamellen innerhalb des die Geschlossenstellung enthaltenden, abschattungsfreien Schwenkbereichs stets so verschwenkt, daß das Sonnenlicht in der Projektion zur Ebene senkrecht zu den Lamellenschwenkachsen orthogonal auf die Lamellenflächen dieser Lamellen auftrifft. Damit läßt sich ein optimaler Wirkungsgrad für eine Solarenergienutzung erzielen, wenn diese Mitlauflamellenflächen mit entsprechenden Sonnenenergienutzungselementen belegt werden.

[0017] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine schematische, ausschnittsweise Seitenansicht einer photovoltaisch aktiven Lamellenbeschattungsanlage mit Mitlauflamellen und Gegenlauflamellen in alternierender Anordnung und einer Nachführeinrichtung mit Koppelgestänge,

Fig. 2 eine Ansicht entsprechend Fig. 1, jedoch für eine Beschattungsanlage mit modifiziertem Koppelgestänge,

Fig. 3 eine schematische Seitenansicht eines Hebelgetriebes für die Kopplungsgestänge der Fig. 1 und 2 und

Fig. 4 bis 7 eine schematische Seitenansicht zweier benachbarter Mitlauflamellen und einer zwischenliegenden Gegenlauflamelle der Anlagen gemäß Fig. 1 und 2 in sukzessive stärker verkippten Stellungen.

[0018] Die in Fig. 1 gezeigte Lamellenbeschattungsanlage beinhaltet eine Lamellenreihe mit einer Gruppe von Mitlauflamellen 1a, 1b, 1c und einer dazu alternierend angeordneten Gruppe von Gegenlauflamellen 2a, 2b, 2c, so daß längs der Reihenrichtung R je eine Mitlauflamelle und eine Gegenlauflamelle aufeinanderfolgen. Die Mitlauflamellen 1a, 1b, 1c sind auf ihrer dem Sonnenlicht zugewandten Seite ganzflächig mit Photovoltaik-elementen irgendeines herkömmlichen Typs belegt, wie z.B. Dünnschicht-Solarzellen aus monokristallinem, polykristallinem oder amorphem Silicium, und sind daher nachstehend als Photovoltaiklamellen bezeichnet. Ein Überblick über verwendbare Solarzellen findet sich in W. Wettling, Solarzellentechnologie - Stand der Technik und Trends, Tagungsband 12. Symp. Photovolta. Solarenergie, 1997, S. 35. Alle Beschattungs-

lamellen 1a, 1b, 1c; 2a, 2b, 2c sind um ihre jeweilige Längsmittelachse 3, 4, 5, 6, 7, 8 schwenkbeweglich angeordnet, wobei die Photovoltaiklamellen 1a, 1b, 1c gleichsinnig und synchron verschwenkt werden. Ebenso werden die Gegenlauflamellen 2a, 2b, 2c synchron und unter sich gleichsinnig verschwenkt, jedoch gegensinnig zu den Photovoltaiklamellen 1a, 1b, 1c. Im gezeigten Beispiel besitzen die Photovoltaiklamellen 1a, 1b, 1c und die Gegenlauflamellen 2a, 2b, 2c dieselbe Breite, die wiederum in etwa dem Abstand benachbarter Schwenkachsen 3 bis 8 entspricht, so daß die Lamellenreihe in der gezeigten Geschlossenstellung eine im wesentlichen geschlossene Beschattungsfläche darstellt. Beide Arten von Lamellen 1a bis 2c sind im übrigen zur Erfüllung der Beschattungsfunktion nicht völlig opak, sondern kontrolliert translucid, d.h. für sichtbares Licht teildurchlässig, ausgelegt, so daß eine blendfreie Beleuchtung des beschatteten Raumes durch Sonnen- und Tageslicht erzielt wird

[0019] Die Schwenkbewegung der Lamellen erfolgt selbsttätig durch eine Nachführeinrichtung, von der nur ein zugehöriger Stellantrieb gezeigt ist, während ihre übrigen Komponenten herkömmlicher Natur sind. Der Stellantrieb beinhaltet eine hydraulische Antriebseinheit 9, alternativ eine elektromotorische oder thermohydraulische Antriebseinheit, an die ein Koppelgestänge angekoppelt ist. Das Koppelgestänge beinhaltet eine erste Koppelstange 10, die längsbeweglich an einem Ende an die Antriebseinheit 9 angekoppelt ist und an die alle Photovoltaiklamellen 1a, 1b, 1c über zugehörige Anlenkarme 11a, 11b, 11c dergestalt angekoppelt sind, daß sie durch die von der Antriebseinheit 9 bewirkte Längsbewegung der ersten Koppelstange 10 synchron gleichsinnig verschwenkt werden. Dazu sind die Anlenkarme 11a, 11b, 11c einerseits drehbeweglich an der ersten Koppelstange 10 und andererseits drehfest mit einer jeweiligen, die Schwenkachse 3, 5, 7 darstellenden Lamellendrehwelle verbunden. Die Gegenlauflamellen 2a, 2b, 2c sind gemeinsam über analoge Anlenkarme 13a, 13b, 13c an eine zweite Koppelstange 12 zwecks gemeinsamer, synchroner Verschwenkung angekoppelt.

[0020] Ein Hebelgetriebe sorgt dafür, daß die Verschwenkung der Gegenlauflamellen 2a, 2b, 2c gegensinnig zu derjenigen der Photovoltaiklamellen 1a, 1b, 1c mit einer definierten Übersetzung erfolgt, die in diesem Beispiel so gewählt ist, daß der Schwenkwinkel der Gegenlauflamellen 2a, 2b, 2c im Mittel knapp halb so groß ist wie der Schwenkwinkel der Photovoltaiklamellen 1a, 1b, 1c. Das Hebelgetriebe koppelt die in Richtung der Antriebseinheit 9 erste Gegenlauflamelle 2a an die benachbarte, endseitige Photovoltaiklamelle 1a an, so daß deren aktiv von der Antriebseinheit 9 bewirkte Drehbewegung durch das Hebelgetriebe übersetzt, hier speziell untersetzt, und gegensinnig auf die erste Gegenlauflamelle 2a und von dort über die zweite Koppelstange 12 synchron auf die übrigen Gegenlauflamellen 2b, 2c übertragen wird. Das Hebelgetriebe weist hierzu ei-

nen Hebelarm 14 auf, an dem endseitig je ein Koppelarm 15, 16 angelenkt ist, die mit ihrem anderen Ende drehfest mit der Drehwelle 3 der ersten Photovoltaiklamelle 1a bzw. der Drehwelle 4 der ersten Gegenlauflamelle 2a verbunden sind.

[0021] Während im Beispiel von Fig. 1 die beiden Koppelstangen 10, 12 auf gegenüberliegenden Seiten der Reihenebene entlang einer Seite der Lamellenreihe angeordnet sind, zeigt Fig. 2 eine Variante, bei der die beiden Koppelstangen 10, 12 auf derselben Seite der Reihenebene angeordnet sind. Im übrigen entspricht diese Variante völlig dem Beispiel von Fig. 1, was dadurch verdeutlicht ist, daß für funktionell gleiche Elemente dieselben Bezugszeichen verwendet sind, so daß im übrigen auf die Erläuterungen zur Fig. 1 verwiesen werden kann.

[0022] Fig. 3 veranschaulicht detaillierter das Funktionsprinzip des Hebelgetriebes in einer konkreten Gestaltung. Hierbei ist ein gewünschter Schwenkbereich der Photovoltaiklamellen von $\pm 60^\circ$ um die in den Fig. 1 und 2 gezeigte Geschlossenstellung vorgegeben, was einem gleich großen Drehwinkelbereich γ des drehfest auf der Photovoltaiklamellen-Drehwelle 3 sitzenden Koppelarms 15 entspricht. Über den Hebelarm 14 wird dieser Drehwinkelbereich γ von 120° in einen halb so großen Drehwinkelbereich δ von 60° für den drehfest auf der Gegenlauflamellen-Drehwelle 4 sitzenden Koppelarm 16 transformiert. Um ein gutes Kraftübertragungsverhalten zu bewirken, sind die Koppelarme 15, 16 und der Hebelarm 14 in Länge und Positionierung so aufeinander abgestimmt, daß die Wirkungslinien des Hebelarmes 14 in den Endlagen, von denen eine in Fig. 3 gezeigt ist, näherungsweise zusammenfallen und mit der Winkelhalbierenden W des Schwenkbereichs γ des Photovoltaiklamellen-Koppelarmes 15 einen rechten Winkel bilden. Den mit gestrichelten Radiusstrahlen in 20° -Schritten angedeuteten Winkelstellungen von $+60^\circ$ bis -60° des Photovoltaiklamellen-Koppelarmes 15 entsprechen beim Gegenlauflamellen-Koppelarm 16 die Winkelstellungen $-27,1^\circ$, $-20,1^\circ$, $-11,1^\circ$, 0° , $+12,4^\circ$, $+22,9^\circ$ und $+32,9^\circ$ in dieser Reihenfolge. Das gezeigte, einfache Hebelgetriebe ist mit geringem Aufwand realisierbar und erfüllt näherungsweise symmetrisch zur Geschlossenstellung, wenngleich nicht ganz exakt, ein die Abschattungsfreiheit gewährleistendes Drehwinkelverhältnis. Eine exakte Einhaltung dieses Verhältnisses ist bei Bedarf durch Verwendung eines Riemengetriebes oder dgl. oder separater Antriebe für die beiden Lamellengruppen möglich.

[0023] Die Fig. 4 bis 7 veranschaulichen die Wirkungsweise der Beschattungsanlage gemäß den Fig. 1 und 2 unter beispielhafter Betrachtung von zwei benachbarten Photovoltaiklamellen 1b, 1c und einer zwischenliegenden Gegenlauflamelle 2b schematisch in verschiedenen Kippstellungen. Die Lamellenreihe ist in diesem Beispiel räumlich so orientiert, daß die Lamellenschwenkachsen 5, 6, 7 in einer Nord-Süd-Ebene liegen, z.B. vertikal oder mit einem der Polachsenneigung

entsprechenden Schrägwinkel zur Vertikalen. Zur Verdeutlichung sind in diesen Figuren die Himmelsrichtungen beispielhaft für den Fall angegeben, daß sich die Anlage auf der nördlichen Hemisphäre befindet. Die Photovoltaikmodule der Photovoltaiklamellen 1b, 1c befinden sich dementsprechend auf der nach Süden zugewandten Lamellenseite.

[0024] Fig. 4 zeigt die drei Lamellen 1b, 1c, 2b in der Geschlossenstellung, d.h. bei einem Schwenkwinkel von 0° . Die gezeigte Geschlossenstellung ist optimal für die Mittagezeit, in der das Sonnenlicht mit der größten Intensität von Süden einfällt. Die geschlossenen Lamellen bieten ihre volle Beschattungswirkung, und gleichzeitig fällt das Sonnenlicht bei gegebener Lage der Beschattungsanlage möglichst senkrecht auf die Photovoltaikmodule ein, so daß eine optimale Photovoltaikausbeute erreicht wird.

[0025] Über den Tagesverlauf hinweg werden die Photovoltaiklamellen 1b, 1c von der Nachführeinrichtung in Ost-West-Richtung dem wandernden Sonnenstand durch Verschwenken um ihre Schwenkachsen 5, 7 innerhalb eines Schwenkbereichs von $\pm 60^\circ$ um die Geschlossenstellung so nachgeführt, daß das Sonnenlicht stets möglichst senkrecht auf die Photovoltaikmodule einfällt, d.h. so, daß in der durch die Fig. 4 bis 7 repräsentierten Querschnittsansicht der Lamellenanlage die entsprechende Projektion der Sonnenlichteinfallsrichtung senkrecht zu den Photovoltaiklamellenflächen ist. Die Fig. 5 bis 7 illustrieren ausgewählte Lamellenstellungen mit sukzessive zunehmendem Schwenkwinkel.

[0026] Fig. 5 zeigt eine Stellung mit um einen Schwenkwinkel β von 30° in Richtung Osten verkippten Photovoltaiklamellen 1b, 1c, während gegensinnig hierzu die Gegenlauflamelle 2b um einen Schwenkwinkel α nach Westen verkippt ist. Die gegensinnige Kopplung der Gegenlauflamellen mit den Photovoltaiklamellen ist in diesem Illustrationsbeispiel so gewählt, daß der Schwenkwinkel α der Gegenlauflamellen betragsmäßig etwa 42% des Schwenkwinkels der Photovoltaiklamellen beträgt. Aus Fig. 5 ist zu erkennen, daß zum einen das zu diesem Zeitpunkt einfallende Sonnenlicht 20 in der Projektion der Zeichenebene senkrecht auf die Photovoltaiklamellen 1b, 1c auftrifft und zum anderen die Tangenten 21 an die Kanten der Photovoltaiklamellen 1b, 1c gerade die Kanten der angrenzenden Gegenlauflamelle 2b streifen. Dies bedeutet, daß die Lamellen weiterhin ihre volle Beschattungsfunktion erfüllen, d.h. es tritt kein direktes Sonnenlicht durch die Lamellenreihe hindurch. Gleichzeitig öffnet sich die Lamellenreihe bei zunehmender Verschwenkung aus der Geschlossenstellung in Richtung der jeweiligen Endlage zunehmend für diffuses Himmelslicht, das auf diese Weise ohne störende Blendwirkung den Tageslichtquotienten des beschatteten Raums erhöht. Der auf die Gegenlauflamellen 2b auftreffende Sonnenlichtanteil wird nicht photovoltaisch genutzt, kann jedoch anderweitig genutzt werden, beispielsweise für eine gezielte, ge-

wünschte Tageslichtbeleuchtung des dahinterliegenden Raumes. Hierzu können die Gegenlauflamellen 2b mit geeigneten lichtlenkenden Elementen bestückt sein, z.B. mit lichtstreuenden Elementen und/oder die Richtung und Intensität des transmittierten Lichts steuernden Elementen, wie Prismen etc.

[0027] Fig. 6 zeigt eine Lamellenstellung, bei der die Photovoltaiklamellen 1b, 1c um einen Schwenkwinkel β von 50° nach Osten verschwenkt sind. Wiederum trifft zu der entsprechenden Tageszeit das Sonnenlicht 20 in der gezeigten Horizontalprojektion senkrecht auf die Photovoltaiklamellen 1b, 1c, und auch hier berühren die Tangenten 21 an die Kanten der Photovoltaiklamellen 1b, 1c gerade die Kanten der Gegenlauflamellen 2b, so daß wiederum kein direktes Sonnenlicht die Lamellenreihe passieren kann. Zusätzlich veranschaulicht Fig. 6 den Fall, daß die jeweilige Gegenlauflamelle 2b reflektierend ausgelegt ist, indem sie beispielsweise aus Spiegelglas gefertigt ist. Dies ermöglicht eine zusätzliche photovoltaische Nutzung des auf die jeweilige Gegenlauflamelle 2b auftreffenden, in Fig. 6 durch einen entsprechenden Streifenbereich 20a repräsentierten Sonnenlichts, indem dieses von der Gegenlauflamelle 2b zu der nach Westen hin benachbarten Photovoltaiklamelle 1c reflektiert wird und dort zusätzlich zum direkt einfallenden Sonnenlicht in elektrische Energie umgesetzt werden kann. Damit wird die Energieausbeute der Beschattungsanlage weiter erhöht. Es versteht sich, daß die zusätzliche photovoltaische Nutzung des auf die jeweilige Gegenlauflamelle 2b auftreffenden und zu einer benachbarten Photovoltaiklamelle 1c reflektierten Sonnenlichts nicht nur in der in Fig. 6 gezeigten Lamellenstellung, sondern auch für Stellungen mit demgegenüber noch größeren oder etwas kleineren Schwenkwinkeln erzielt wird.

[0028] Fig. 7 zeigt die Lamellenanordnung in ihrer einen Endstellung, in der die Photovoltaiklamellen 1b, 1c um einen schwenkwinkel β von 60° am weitesten nach Osten verschwenkt sind. Wiederum ist die Stellung sonnenstandsabhängig so gewählt, daß das Sonnenlicht 20 in der gezeigten Querschnittsansicht senkrecht auf die Photovoltaiklamellen 1b, 1c auftrifft. Des weiteren fallen in dieser Endstellung die Tangenten 21 an die einander zugewandten Kanten der benachbarten Photovoltaiklamellen 1b, 1c zusammen und verlaufen in der Ebene der zwischenliegenden Gegenlauflamelle 2b. Folglich wird auch in dieser Endstellung eine vollständige Beschattung gegenüber Direktlichteinfall erzielt, und zwar allein durch die Photovoltaiklamellen 1b, 1c. Bei noch stärkerer Verschwenkung würde zunehmend eine Abschattung der Photovoltaiklamellen 1b, 1c durch die jeweils östlich benachbarte Gegenlauflamelle 2b auftreten, während bei Einhaltung des gesamten beschriebenen Schwenkbereichs von der Geschlossenstellung bis zum Photovoltaiklamellen-Schwenkwinkel von 60° nach Osten keinerlei Abschattung der Photovoltaiklamellen 1b, 1c auftritt. Vielmehr kann stets die gesamte Fläche der Photovoltaiklamellen 1b, 1c photovoltaisch

genutzt werden. Dies führt zusammen mit der effizienten Ost-West-Nachführung zu einem vergleichsweise hohen Energieertrag der Beschattungsanlage mit relativ geringem Photovoltaik-Flächenanteil.

[0029] Eine genauere Betrachtung ergibt, daß sich die Bedingung, daß die jeweilige Photovoltaiklamellen-Tangente 21 in jeder Lamellenstellung innerhalb des Schwenkbereichs die zugewandte, benachbarte Gegenlauflamellenkante streift und somit eine zur Sonneneinfallrichtung parallel bleibende Verbindungslinie zwischen den einander zugewandten Kanten benachbarter Lamellen bildet, dann erfüllen läßt, wenn der Schwenkwinkel α der Gegenlauflamellen 2b gemäß einer bestimmaren analytischen Funktion in Abhängigkeit vom Schwenkwinkel β der Photovoltaiklamellen 1b, 1c eingestellt wird. Diese analytische Funktion liegt im gesamten Schwenkbereich relativ dicht unterhalb einer die Endpunkte verbindenden Geraden, deren Steigung im oben genauer beschriebenen Fall gleich breiter Lamellen 0,5 beträgt. Der maximale Fehlwinkel tritt dabei in einem mittleren Bereich zwischen der Geschlossenstellung und der jeweiligen Endstellung auf und beträgt nur etwa 2° . In guter Näherung kann folglich für die Praxis dieser lineare Zusammenhang verwendet werden, der sich gegebenenfalls technisch einfacher realisieren läßt.

[0030] Durch die automatische Sonnenstandsnachführung werden die Lamellen morgens in die Endstellung gemäß Fig. 7 verschwenkt, von der sie dann sukzessive zurückgeschwenkt werden, bis sie um die Mittagszeit die Geschlossenstellung von Fig. 4 erreichen. Anschließend werden sie spiegelbildlich zur Nord-Süd-Vertikalebene gemäß der Abfolge der Fig. 5 bis 7 bis in die andere Endstellung verschwenkt, die Photovoltaiklamellen 1b, 1c also aus der Geschlossenstellung bis in eine um 60° nach Westen verkippte Stellung. In jeder Stellung vermeidet so die Beschattungsanlage jeglichen Direktlichteinfall, und zu keinem Zeitpunkt sind die Photovoltaiklamellen abgeschattet, und im Verlauf des Vormittags und des Nachmittags kann bei reflektierend ausgelegten Gegenlauflamellen das auf diese auftreffende Licht zu den Photovoltaiklamellen reflektiert und dort zusätzlich photovoltaisch genutzt werden. Dies kann die photovoltaische Ausbeute nochmals um bis zu 10% steigern. Neben direkt reflektiertem Licht kann je nach Auslegung der Gegenlauflamelle 2b auch Diffusstrahlung von dieser zur benachbarten Photovoltaiklamelle 1c weitergeleitet werden.

[0031] Es versteht sich, daß neben den beschriebenen weitere Realisierungen der erfindungsgemäßen Beschattungsanlage möglich sind. So können die Gegenlauflamellen eine andere Breite als die Photovoltaiklamellen aufweisen. Außerdem kann die Beschattungsanlage in jeder anderen als der gezeigten räumlichen Orientierung an einer Fassade oder einem Oberlicht eines Gebäudes oder dergleichen angeordnet sein. Als Photovoltaik Elemente sind sowohl Solarzellen der gängigen Typen mit einer Lichtabsorber-Dünnschicht

als auch sogenannte Lichtantennen-Solarzellen mit einer Nano-Metallstruktur oder elektrochemische Solarzellen verwendbar. Statt mit Photovoltaikelementen können die Mitlauflamellen auch mit anderen solarenergieumwandelnden Elementen, wie Flachabsorber oder Vakuumröhren-Kollektoren für eine solarthermische Umwandlung, oder mitlichtsammelnden Elementen belegt sein, wie z.B. mit Linsen oder Reflektoren, an die Lichtleiter angekoppelt sein können, um das gesammelte Licht einer Nutzung beispielsweise für eine kontrollierte, gleichmäßige Innenraumbelichtung zuzuführen. Die Gegenlauflamellen sind vorzugsweise so gestaltet, daß sie mittels Beugung, Brechung oder Reflexion der direkten oder diffusen Solarstrahlung die gewünschte Tageslicht- und Beschattungsfunktionalität erfüllen. Als positiver Nebeneffekt kann die reflektierte Strahlung die Energieauskopplungsfunktion der Mitlauflamellen unterstützen.

Patentansprüche

1. Beschattungsanlage mit

- einer Reihe von Beschattungslamellen (1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 2c), die jeweils um eine quer zur Reihenrichtung (R) verlaufende Längsachse (3 bis 8) schwenkbeweglich angeordnet sind und aus einer Gruppe von Mitlauflamellen (1a, 1b, 1c) und einer Gruppe von alternierend angeordneten Gegenlauflamellen (2a, 2b, 2c) bestehen, und
- Schwenkbewegungsmitteln, welche die Lamellen der jeweiligen Gruppe unter sich gleichsinnig und bezüglich derjenigen der anderen Gruppe gegensinnig verschwenken,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Schwenkbewegungssteuermittel dafür eingerichtet sind, die gegensinnigen Schwenkbewegungen der beiden Lamellengruppen (1a, 1b, 1c; 2a, 2b, 2c) in Abhängigkeit vom Sonnenstand so zu steuern, dass innerhalb eines zugehörigen, die Geschlossenstellung der Lamellenreihe enthaltenden Schwenkbereichs die einander gegenüberliegenden Bereiche benachbarter Lamellen in der jeweils abhängig von der Sonneneinstrahlungsrichtung eingestellten Lamellenstellung in der Projektion zur Sonnenlichteinstrahlungsrichtung näherungsweise abschattungsfrei bleiben.

2. Beschattungsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mitlauflamellen (1a, 1b, 1c) mit solarenergieumwandelnden und/oder lichtsammelnden Elementen belegt sind.

3. Beschattungsanlage nach Anspruch 1 oder 2, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkbewegungssteuermittel dafür eingerichtet sind, die Lamellen derart zu verschwenken,

4. Beschattungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gegenlauflamellen (2a, 2b, 2c) lichtlenkungssteuernd ausgelegt sind.

5. Beschattungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beschattungslamellenreihe mit quer zur Horizontalen verlaufenden Lamellenschwenkachsen (3 bis 8) angeordnet ist.

6. Beschattungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, weiter **gekennzeichnet durch** eine Nachführeinrichtung zum automatischen Verschwenken der Mitlauflamellen (1a, 1b, 1c) in Abhängigkeit vom Sonnenstand.

7. Beschattungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, weiter **gekennzeichnet durch** ein Koppelgestänge (10, 11a, 11b, 11c) zur synchron gekoppelten Verschwenkung der Mitlauflamellen (1a, 1b, 1c).

8. Beschattungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gegenlauflamellen (2a, 2b, 2c) über einen mechanischen Koppelmechanismus (12 bis 16) gegensinnig an die Schwenkbewegung der Mitlauflamellen (1a, 1b, 1c) angekoppelt sind, dass die einander gegenüberliegenden Außenkanten jeweils benachbarter Lamellen innerhalb eines zugehörigen, die Geschlossenstellung der Lamellenreihe enthaltenden Schwenkbereichs in der jeweils abhängig von der Sonneneinstrahlungsrichtung eingestellten Lamellenstellung näherungsweise auf einer zur Sonnenlichteinstrahlungsrichtung parallelen Verbindungslinie (21) liegen.

9. Beschattungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkbewegungssteuermittel dafür eingerichtet sind, die Schwenkbewegung der Mitlauflamellen (1a, 1b, 1c) so zu steuern, dass deren Lamellenflächen innerhalb des zugehörigen, die Geschlossenstellung der Lamellenreihe enthaltenden Schwenkbereichs in der jeweils abhängig von der Sonneneinstrahlungsrichtung eingestellten Lamellenstellung näherungsweise orthogonal zu der auf die Ebene senkrecht zu den Lamellenlängsachsen projizierten Sonnenlichteinstrahlungskomponente (20) sind.

Claims

1. A shading system with

- a bank of shading lamellas (1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 2c) that are each arranged to swivel around a longitudinal axis (3 through 8), which runs transverse to the direction of the bank (R), and that comprise a set of co-directional lamellas (1a, 1b, 1c) and a set of alternating counter-directional lamellas (2a, 2b, 2c), and
- swivel control means that swivel all the lamellas of the respective set co-directionally and counter-directionally in terms of those of the other set,

characterized in that

- the swivel control means are furnished to control the counter-directional swivel movements of both lamella sets (1a, 1b, 1c; 2a, 2b, 2c) according to the position of the sun such that within a suitable swivel range that comprises the closed position of the lamella bank the opposing regions of lamellas, in the position of lamellas respectively set according to the direction of the incident sunlight, remain approximately shadow-free projecting in the direction of the incident sunlight.

2. A shading system according to claim 1, **characterized in that** the co-directional lamellas (1a, 1b, 1c) are covered with cells that convert solar energy and/or collect light.

3. A shading system according to claims 1 or 2, further **characterized in that** the swivel control means are set up to swivel the lamellas such that the opposing outer edges of each of adjacent lamellas lie within a suitable swivel range comprising the closed position of the lamella bank in the position of the lamellas respectively set according to the direction of incident sunlight, approximately on a connecting line (21) parallel to the direction of the incident sunlight.

4. A shading system according to one of claims 1 through 3, further **characterized in that** the counter-directional lamellas (2a, 2b, 2c) are designed to guide light.

5. A shading system according to one of claims 1 through 4, further **characterized in that** the bank of shading lamellas is mounted with lamella swivel axes (3 through 8) that run transversely to the horizontal.

6. A shading system according to one of claims 1

through 5, further **characterized by** a tracking device for automatically swiveling the co-directional lamellas (1a, 1b, 1c) according to the position of the sun.

7. A shading system according to one of claims 1 through 6, further **characterized by** a connecting rod assembly (10, 11a, 11b, 11c) for synchronous connected swiveling of the co-directional lamellas (1a, 1b, 1c).

8. A shading system according to one of claims 1 through 7, further **characterized in that** the counter-directional lamellas (2a, 2b, 2c) are connected by means of a mechanical connecting device (12 through 16) counter-directional to the swivel movement of the co-directional lamellas (1a, 1b, 1c).

9. A shading system according to one of claims 1 through 8, further **characterized in that** the swivel control means are set up to control the swivel of the co-directional lamellas (1a, 1b, 1c) such that their surfaces are approximately orthogonal to the incident sunlight component (20) projected onto the plane vertical to the lengthwise axes of the lamellas within the suitable swivel range that comprises the closed position of the bank of lamellas in the position of the lamellas respectively set according to the direction of the incident sunlight.

Revendications

1. Store comprenant

- une rangée de lamelles (1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 2c) disposées chacune de façon orientable autour d'un axe longitudinal (3 à 8), orienté perpendiculairement à la direction de la rangée (R), et composées d'un groupe de lamelles suiveuses (1a, 1b, 1c) et d'un groupe de lamelles à contre-sens disposées en alternance (2a, 2b, 2c), ainsi que
- des moyens de commande de pivotement qui orientent les lamelles d'un groupe dans le même sens et celles de l'autre groupe dans le sens opposé,

caractérisé par le fait que

- les moyens de commande de pivotement sont conçus pour commander les mouvements de pivotement en sens opposé des deux groupes de lamelles (1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 2c) en fonction de la position du soleil de sorte qu'à l'intérieur d'une zone de pivotement correspondante comprenant la position fermée de la rangée de

lamelles, les zones opposées des lamelles voisines - dans la position réglée en fonction de la position du soleil - ne produisent pratiquement pas d'ombre dans le sens de la projection des rayons du soleil.

5

des rayons du soleil projetée sur le plan perpendiculaire aux axes longitudinaux des lamelles.

2. Store selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** les lamelles suiveuses (1a, 1b, 1c) sont pourvues d'éléments de transformation d'énergie solaire et/ou d'accumulation de lumière. 10
3. Store selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé également par le fait que** les moyens de commande de pivotement sont conçus pour orienter les lamelles de sorte que les bords extérieurs opposés des lamelles voisines dans une zone correspondante comprenant la position fermée de la rangée de lamelles se trouvent - dans la position réglée des lamelles en fonction de la position du soleil - pratiquement sur une ligne de liaison (21) parallèle aux rayons du soleil. 15
20
4. Store selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé également par le fait que** les lamelles à contre-sens (2a, 2b, 2c) ont une fonction de guidage de la lumière. 25
5. Store selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé également par le fait que** la rangée de lamelles du store est disposée avec des axes de pivotement orientés perpendiculairement à l'horizontale. 30
6. Store selon une des revendications 1 à 5, **caractérisé également par** un dispositif d'asservissement pour le pivotement automatique des lamelles suiveuses en fonction de la position du soleil. 35
7. Store selon une des revendications 1 à 6, **caractérisé également par** une timonerie de couplage (10, 11a, 11b, 11c) pour le pivotement synchronisé des lamelles suiveuses (1a, 1b, 1c). 40
8. Store selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé également par le fait que** les lamelles à contre-sens (2a, 2b, 2c) sont accouplées au moyen d'un mécanisme de couplage mécanique (12 à 16) dans le sens opposé à la rotation des lamelles suiveuses (1a, 1b, 1c). 45
9. Store selon une des revendications 1 à 8, **caractérisé également par le fait que** les moyens de commande de pivotement sont conçus pour commander la rotation des lamelles suiveuses (1a, 1b, 1c) de sorte que leurs surfaces à l'intérieur de la zone correspondante comprenant la position fermée de la rangée de lamelles sont - dans la position des lamelles réglée en fonction de la direction du soleil - pratiquement orthogonales à la composante (20) 50
55



