

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-29537

(P2013-29537A)

(43) 公開日 平成25年2月7日(2013.2.7)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>G02B</b> 5/10 (2006.01)	G02B 5/10 Z	2H042
<b>F24J</b> 2/12 (2006.01)	F24J 2/12	
<b>F24J</b> 2/38 (2006.01)	F24J 2/38	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2011-163462 (P2011-163462)  
 (22) 出願日 平成23年7月26日 (2011.7.26)

(71) 出願人 000002107  
 住友重機械工業株式会社  
 東京都品川区大崎二丁目1番1号  
 (74) 代理人 100088155  
 弁理士 長谷川 芳樹  
 (74) 代理人 100113435  
 弁理士 黒木 義樹  
 (72) 発明者 山崎 和則  
 神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重  
 機械工業株式会社横須賀製造所内  
 Fターム(参考) 2H042 DA11 DA13 DA19 DA20 DA21  
 DC08 DD06 DE03

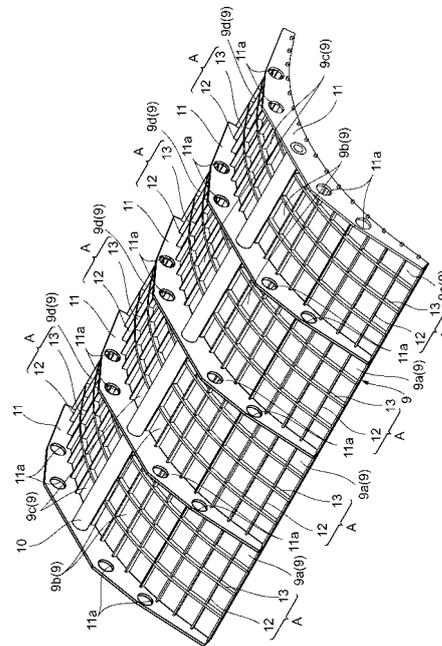
(54) 【発明の名称】 集光器及びこれを備えた集光装置

(57) 【要約】

【課題】 軽量化を図ることができる集光器及びこれを備えた集光装置を提供する。

【解決手段】 本発明は、直線状に延在するレシーバ2に対して集光する反射部3を有するトラフ型の集光器4であって、反射部3が配置される樹脂製の基材9と、基材9に対して反射部3の反対側に設けられ、レシーバ2に沿って延在する金属製のトルクチューブ10と、トルクチューブ10と交差する方向で基材9に沿って延在し、基材9及びトルクチューブ10に固定された金属リブ11と、を備え、基材9には、反射部3と反対側に多角形格子状の補強リブ面Aが設けられている。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

直線状に延在するレシーバに対して集光する反射部を有するトラフ型の集光器であって

、前記反射部が配置される樹脂製の基材と、

前記基材に対して前記反射部の反対側に設けられ、前記レシーバに沿って延在する金属製のねじれ荷重受け部材と、

前記ねじれ荷重受け部材と交差する方向で前記基材に沿って延在し、前記基材及び前記ねじれ荷重受け部材に固定された曲げ荷重受け部材と、を備え、

前記基材には、前記反射部と反対側に多角形格子状の補強リブ面が設けられていることを特徴とする集光器。 10

**【請求項 2】**

前記曲げ荷重受け部材は、当該曲げ荷重受け部材の延在方向において前記基材の両端に至っていることを特徴とする請求項 1 に記載の集光器。

**【請求項 3】**

前記反射部は、フィルムミラーであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の集光器

**【請求項 4】**

前記反射部は、厚さが 0.03 mm ~ 1 mm の薄型ガラスミラーであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の集光器。 20

**【請求項 5】**

前記基材は、射出成形又は圧縮成形により形成されることを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の集光器。

**【請求項 6】**

前記基材は、アクリル、ポリカーボネート、ポリメチル、メタクレート、スチレン、ポリスチレンのうち何れかの材料からなることを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の集光器。

**【請求項 7】**

前記反射部及び前記基材には、前記反射部の正面側から前記基材における前記反射部の反対側へ抜ける風通しスリットが形成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載の集光器。 30

**【請求項 8】**

請求項 1 ~ 7 の何れか一項に記載の集光器と、太陽の動きに合わせて当該集光器の向きを変える駆動機構と、を備えることを特徴とする集光装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、太陽光を集光する反射型の集光器及びこれを備えた集光装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

近年、再生可能な自然エネルギーである太陽光の利用が広く検討されている。太陽光の利用には、太陽電池により直接電気に変換する手法と太陽光を吸収して太陽熱として利用する手法とが知られている。太陽熱の利用は半導体を用いないことから太陽電池に比べて初期投資を低く抑えられ、近年注目を再び集めている。このため、太陽熱を効率的に得られる集光装置の開発が世界各国で行われている。 40

**【0003】**

集光装置には、トラフ型、タワー型、ディッシュ型、フレネル型等が知られている。ここではトラフ型について説明する。トラフ型の集光装置は、直線状のレシーバに対して集光する樋状の集光器と、太陽の動きに合わせて集光器の向きを変えるための駆動機構と、を備えている。トラフ型の集光装置では、管状のレシーバ内部を熱輸送流体が流れており 50

、集光によってレシーバが得た熱が熱輸送流体により輸送されることで、太陽熱の利用が行われる。

【0004】

トラフ型の集光装置に備えられる集光器としては、太陽光を反射するガラス鏡を金属製の構造体で支持する構成のものが知られている（例えば、特許文献1, 2参照）。特許文献1には、金属製の角パイプを枠組みしてなる構造体によりガラス鏡を支持する集光器が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開昭59-23302号公報

【特許文献2】特開2007-162671号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、トラフ型集光装置の集光器は、強風を受けても変形しないように十分な強度を備える必要がある。一方で、強度を高めるために集光器の構造体の部材を増やしたり厚肉にしたりすると、集光器の製造コストが向上し、重量も増加してしまう。集光器の重量の増加は、駆動機構の大型化を招き、装置全体の製造コスト増加に繋がる。このため、集光器の軽量化が強く求められている。

【0007】

そこで、本発明は、軽量化を図ることができる集光器及びこれを備えた集光装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するため、本発明は、直線状に延在するレシーバに対して集光する反射部を有するトラフ型の集光器であって、反射部が配置される樹脂製の基材と、基材に対して反射部の反対側に設けられ、レシーバに沿って延在する金属製のねじれ荷重受け部材と、ねじれ荷重受け部材と交差する方向で基材に沿って延在し、基材及びねじれ荷重受け部材に固定された曲げ荷重受け部材と、を備え、基材には、反射部と反対側に多角形格子状の補強リブ面が設けられていることを特徴とする。

【0009】

この集光器によれば、樹脂製の基材を採用することにより、金属製の場合と比べて大幅な軽量化を図ることができる。しかも、樹脂製の基材に多角形格子状の補強リブ面を設けることで、樹脂使用量を少なく抑えつつ十分な強度を確保することができる。更に、風等により集光器が受ける荷重をねじれ荷重受け部材及び曲げ荷重受け部材によって効率的に分担する構成とすることで、集光器の構造の簡素化及び軽量化を図りつつ、集光器の強度を確保することができる。また、ねじれ荷重受け部材及び曲げ荷重受け部材を備えることにより基材の強度的負担を軽減できるので、基材の薄型化及び軽量化を図ることができる。従って、この集光器によれば、従来品と比べて大幅な軽量化を図ることができる。

【0010】

上記集光器においては、曲げ荷重受け部材は、当該曲げ荷重受け部材の延在方向において基材の両端に至っていても良い。

この集光器によれば、曲げ荷重受け部材が基材の端部まで至っているため、風等により基材の端部に荷重が加わっても、曲げ荷重受け部材が荷重を受けることができ、耐久性の向上を図ることができる。

【0011】

上記集光器において、反射部は、フィルムミラーであっても良い。

この集光器によれば、反射部にフィルムミラーを採用することで、ガラスミラーを用いる場合と比べて、大幅な軽量化が可能になる。また、この集光器によれば、製造コスト増

10

20

30

40

50

加の原因であったガラスの湾曲加工が不要となるので、集光器の製造コストの低減を図ることができる。

【0012】

上記集光器において、反射部は、厚さが0.03mm～1mmの薄型ガラスミラーであっても良い。

この集光器によれば、反射部に強度を持たせる必要がないので、厚さが0.03mm～1mmの薄型ガラスミラーを採用することにより、集光器の軽量化を図ることができる。

【0013】

上記集光器において、基材は、射出成形又は圧縮成形により形成されてもよい。

この場合、補強リブ面を有する基材をワンプロセスで得ることができるので、製造効率を高くすることができ、大量生産に有利である。

【0014】

上記集光器において、基材は、アクリル、ポリカーボネート、ポリメチル、メタクリレート、スチレン、ポリスチレンのうち何れかの材料からなるものであっても良い。

この集光器によれば、太陽光（特に紫外線）の耐性が高い樹脂により基材を形成することで、集光器の寿命向上を図ることができる。

【0015】

上記集光器において、反射部及び基材には、反射部の正面側から基材における反射部の反対側へ抜ける風通しスリットが形成されていても良い。

この集光器によれば、風通しスリットにより集光器に吹き付ける風を通過させることができるので、風により集光器に加えられる荷重を大きく減らすことができる。従って、この集光器によれば、風に対する耐久性を向上させることができるので、集光器の寿命向上を図ることができる。

【0016】

本発明に係る集光装置は、上記いずれかの集光器と、太陽の動きに合わせて当該集光器の向きを変える駆動機構と、を備えることを特徴とする。

この集光装置によれば、集光器の大幅な軽量化を図ることができるので、装置全体の軽量化が実現できる。従って、この集光装置によれば、集光器の軽量化により駆動機構に求められる出力が小さくなるので、駆動機構を小型なものとし、装置の製造コストの低減を図ることができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、軽量化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】第1の実施形態に係る集光装置を示す斜視図である。

【図2】図1の集光装置を示す側面図である。

【図3】図1の集光器を表側から見た斜視図である。

【図4】図1の集光器を裏側から見た斜視図である。

【図5】第2の実施形態に係る集光装置の集光器を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0020】

[第1の実施形態]

図1に示されるように、第1の実施形態に係る集光装置1は、直線状に延在するレシーバ2と、レシーバ2に対して集光する樋状の反射部3を有する集光器4と、を多数備えたトラフ型の集光装置である。図1では、一列に並ぶ二台の集光器4を例示して説明を行う。各集光器4はレシーバ2を一本ずつ有しており、これらのレシーバ2はジョイントとして機能するレシーバ支持部材5によって連結されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 1 】

トラフ型の集光装置 1 では、チューブ状のレシーバ 2 内部を熱輸送流体が流れており、集光器 4 の集光によりレシーバ 2 が得た熱が熱輸送流体によって輸送され、太陽熱として利用される。太陽熱は、例えば蒸気発電、給湯、蒸気供給、暖房空調、冷房空調（吸収式冷凍機の高温熱源）等利用される。なお、レシーバ 2 は、レシーバ支持部材 5 を介して集光器 4 に固定されている。

## 【 0 0 2 2 】

図 1 及び図 2 に示されるように、集光装置 1 は、集光器 4 を回転可能に支持する支持台 6 と、太陽の動きに合わせて集光器 4 の向きを変える駆動機構 7 と、を備えている。支持台 6 は、集光器 4 の左右に配置されており、レシーバ 2 に平行な水平軸を回転中心として集光器 4 を回転可能に支持している。

10

## 【 0 0 2 3 】

駆動機構 7 は、支持台 6 と集光器 4 との間に設けられ、集光器 4 を回転駆動させるものである。回転した集光器 4 の例を図 2 に一点鎖線で示す。駆動機構 7 には、電気式や油圧式等様々な機構のアクチュエータを採用することができる。なお、駆動機構 7 は、必ずしも集光器 4 を 360 度回転させる必要はなく、360 度未満で揺動させる構成であっても良い。また、全ての支持台 6 に駆動機構 7 を設ける必要はない。

## 【 0 0 2 4 】

図 3 及び図 4 に示されるように、集光器 4 は、太陽光を反射する樋状の反射部 3 と、反射部 3 が配置される基材 9 と、基材 9 の裏側（基材 9 に対して反射部 3 と反対側）に設けられたトルクチューブ 10 と、基材 9 及びトルクチューブ 10 に固定された金属リブ 11 と、を備えている。

20

## 【 0 0 2 5 】

反射部 3 は、樹脂フィルムに反射用の金属膜を形成したフィルムミラーである。樹脂フィルムの材料としては、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリエチレン、ポリプロピレン等を用いることができる。また、金属膜の材料としては、銀やアルミニウム等を用いることができる。

## 【 0 0 2 6 】

反射部 3 は、図 2 に示される集光装置 1 の側面方向から見て、レシーバ 2 を囲むように樋状に湾曲している。また、反射部 3 におけるレシーバ 2 と垂直な断面は、レシーバ 2 を焦点とした放物線形状をなしている。なお、反射部 3 は、必ずしも断面が放物線形状である必要はない。反射部 3 は、平面部分を有していても良く、いわゆるフレネル型のミラー形状等であっても良い。

30

## 【 0 0 2 7 】

基材 9 は、反射部 3 が配置される樹脂製の板状部材である。基材 9 は、直線状のレシーバ 2 を囲むように樋状に湾曲している。基材 9 は、例えばアクリル、ポリカーボネート、ポリメチル、メタクレート、スチレン、ポリスチレン等の材料から形成されている。集光装置 1 は、砂漠地域や乾燥地域など太陽光の影響の強い環境下で使用されるため、太陽光（特に紫外線）の耐性が高い樹脂から基材 9 を形成することで、集光器 4 の寿命向上を図ることができる。

40

## 【 0 0 2 8 】

また、基材 9 は、反射部 3 の樹脂材料と線膨張係数の近い樹脂材料から構成されている。このように、反射部 3 及び基材 9 が線膨張係数の近い樹脂材料から形成されることで、環境温度の変化に伴う熱変形により反射部 3 と基材 9 との間にストレスが発生することを避けることができる。このことは、集光器 4 の寿命向上に寄与する。

## 【 0 0 2 9 】

図 3 及び図 4 に示されるように、基材 9 及び反射部 3 は、16 個のミラーユニットに分けることができる。ミラーユニットは、基材 9 を構成する基材パネルの表面に反射部 3 を構成するミラー面が形成されたものである。基材 9 及び反射部 3 は、基材 9 の横方向（レシーバ 2 の延在方向）に並ぶ四個のミラーユニットを一行とした場合、四列のミラーユニ

50

ットに分けられる。図3に四列のミラーユニットのミラー面の列3a~3dを示す。また、図4に四列のミラーユニットの基材パネルの列9a~9dを示す。

【0030】

各ミラーユニットは、横方向及び縦方向で互いに連結されている。なお、各ミラーユニットは、熱変形等を考慮して横方向にのみ連結されていても良い。各ミラーユニットは、互いに分離可能に連結されている。

【0031】

このように基材9及び反射部3を複数のミラーユニットから構成することで、一部に破損等が生じた場合であっても、破損の生じたミラーユニットのみを交換すれば良く、集光器4のメンテナンスを簡素化することができる。なお、ミラーユニットの数は16に限られず、集光器4の大きさ等に応じて変更される。また、基材9及び反射部3は、必ずしも複数のミラーユニットから構成される必要はなく、一個のミラーユニットから構成されても良い。

10

【0032】

基材9の裏側（基材9に対して反射部3と反対側）には、四角形格子状の補強リブ面Aが形成されている。補強リブ面Aは、基材9の裏側の面全体に形成されており、基材9の撓み発生を抑えるためのものである。補強リブ面Aは、基材9の横方向に延びる横リブ12と、横リブ12に直交する縦リブ13と、を有している。各ミラーユニットの補強リブ面Aは、例えば5本の横リブ12と3本の縦リブ13とを有している。なお、補強リブ面Aには、横リブ12及び縦リブ13に囲まれた基材9の裏面も含まれる。

20

【0033】

このような基材9は、射出成形や圧縮成形により形成される。例えば、射出成形において、熔融状に加熱した熱可塑性樹脂を射出機から金型内に射出した後、金型内で熱可塑性樹脂を固化させることにより基材9を形成することができる。

【0034】

このように射出成形や圧縮成形により基材9を形成することにより、補強リブ面Aを有する基材9をワンプロセスで得ることができる。その結果、基材9の製造効率を高くすることができるので、大量生産に有利である。なお、基材9の形成方法は、射出成形や圧縮成形の他、様々な方法を採用できる。例えば、高温エンボス加工により補強リブ面Aを有する基材9を連続成形する態様であっても良い。

30

【0035】

基材9の裏側には、集光器4の強度を確保するためにトルクチューブ（ねじれ荷重受け部材）10及び金属リブ（曲げ荷重受け部材）11が設けられている。トルクチューブ10は、レシーバ2に沿って横方向に延在する金属製の管状部材である。トルクチューブ10は、集光器4に加わるねじれ荷重を受けるものである。このトルクチューブ10は、支持台6の駆動機構7と連結されており、集光器4の回転中心に位置している。なお、必ずしもトルクチューブ10を集光器4の回転中心とする必要はない。

【0036】

金属リブ11は、トルクチューブ10と直交する方向（縦方向）で基材9の補強リブ面Aに沿って延在する円弧状の板部材である。金属リブ11は、集光器4に加わる縦方向の曲げ荷重を受けるものである。金属リブ11は、基材9及びトルクチューブ10と一体に固定されている。

40

【0037】

金属リブ11は、基材9に対して5枚配置されており、5枚の金属リブ11の中心を貫いた状態でトルクチューブ10が固定されている。基材9の左右両端に位置する2枚の金属リブ11は、基材9を挟み込んだ状態でボルト止めされている。また、金属リブ11には、軽量化のための孔部11aが各4箇所形成されている。

【0038】

これらの金属リブ11は、金属リブ11の延在方向（縦方向）において基材9の両端に至っている。このように、金属リブ11が基材9の端部まで至っていることで、風等によ

50

り基材 9 の端部に曲げ荷重が加わっても、金属リブ 11 が荷重を受けることができ、集光器 4 の耐久性の向上が図られる。

【0039】

以上説明した第 1 の実施形態に係る集光装置 1 の集光器 4 によれば、樹脂製の基材 9 を採用することにより、金属製の場合と比べて大幅な軽量化を図ることができる。しかも、樹脂製の基材 9 に四角形格子状の補強リブ面 A を設けることで、樹脂使用量を少なく抑えつつ基材 9 の強度を十分に確保することができる。このような補強リブ面 A は、樹脂製の基材 9 の一体成形により容易に形成することができるので、製造コスト低減に有利である。更に、風等により集光器 4 が受ける荷重をトルクチューブ 10 及び金属リブ 11 によって効率的に分担する構成とすることで、集光器 4 の構造の簡素化及び軽量化を図りつつ、集光器 4 の強度を確保することができる。また、トルクチューブ 10 及び金属リブ 11 を備えることにより基材の強度的負担を軽減できるので、基材 9 の薄型化及び軽量化を図ることができる。従って、この集光器 4 によれば、従来品と比べて大幅な軽量化を図ることができる。

10

【0040】

また、この集光器 4 によれば、反射部 3 にフィルムミラーを採用することで、ガラスミラーを用いる場合と比べて、大幅な軽量化が可能になる。更に、この集光器 4 によれば、製造コスト増加の原因であったガラスの湾曲加工が不要となるので、集光器 4 の低コスト化を図ることができる。

【0041】

従って、この集光装置 1 によれば、集光器 4 の大幅な軽量化を図ることができるので、集光装置 1 全体の軽量化が実現できる。また、この集光装置 1 では、集光器 4 の軽量化により駆動機構 7 に求められる出力が小さくなるので、駆動機構 7 を小型なものとすることができ、装置の製造コスト低減を図ることができる。

20

【0042】

[第 2 の実施形態]

図 5 に示されるように、第 2 の実施形態に係る集光装置の集光器 20 は、第 1 の実施形態に係る集光器 4 と比べて、風通しスリット S を有している点が主に相違する。

【0043】

第 2 の実施形態に係る集光器 20 では、反射部 3 の正面側から基材 9 の裏側へ抜ける横長の風通しスリット S が反射部 21 及び基材 22 に形成されている。風通しスリット S は、反射部 21 及び基材 22 を構成する四列のミラーユニットの間にそれぞれ形成されている。図 3 に四列のミラーユニットのミラー面の列 21a ~ 21d を示す。

30

【0044】

この第 2 の実施形態に係る集光器 20 によれば、風通しスリット S により集光器 20 に吹き付ける風を通過させることができるので、風により集光器 20 に加えられる荷重を大きく減らすことができる。従って、この集光器 20 によれば、風に対する耐久性を向上させることができるので、集光器 20 の寿命向上が図られる。

【0045】

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。

40

【0046】

本発明に係る集光装置は、様々な用途に活用することができる。例えば、太陽熱発電の他、レシーバ 2 に太陽電池を配置することにより、集光型の太陽光発電装置として活用することもできる。

【0047】

また、反射部 3 においてフィルムミラーに代えて薄型ガラスミラーを採用しても良い。本発明によれば、反射部 3 に強度を持たせる必要がないので、厚さが 0.03 mm ~ 1 mm の薄型ガラスミラーを採用することにより、集光器 4 の軽量化を図ることができる。なお、反射部 21 に薄型ガラスミラーを採用した場合も同様である。

【0048】

50

また、基材 9 の形状は、実施形態で示したものに限られない。例えば、基材 9 は、一部がフレーム形状等であっても良く、反射部 3 を適切に支持できる形状であれば良い。また、基材 9 は、接着剤により反射部 3 と接着されている構成であっても良く、機械的に反射部 3 を把持する構成であっても良い。

【 0 0 4 9 】

また、補強リブ面 A の形状は、四角形格子状に限られず多角形格子状であれば良い。例えば補強リブ面 A の形状は、三角形格子状であっても良く、五角形格子状、六角形格子状等であっても良い。また、三角形や四角形等が組み合わされた格子の形状であっても良い。その他、基材 9 を補強できる構造であれば、必ずしも格子である必要はなく、四角形格子状等に類似する形状であっても良い。また、実施形態では、基材 9 の裏側全体に補強リブ面 A が設けられているが、一部のみ補強リブ面 A が設けられている態様であっても良い。

10

【 0 0 5 0 】

また、特許請求の範囲に記載のねじれ荷重受け部材の形状は、必ずしもトルクチューブ 1 0 の形状である必要はない。ねじれ荷重受け部材は、丸棒や多角柱、板状、その他の様々な形状であっても良く、基材 9 に加わるねじれ荷重を受けられる形状であれば良い。

【 0 0 5 1 】

同様に、特許請求の範囲に記載の曲げ加重受け部材は、必ずしも金属製である必要はなく、樹脂製であっても良い。また、曲げ加重受け部材は、ねじれ荷重受け部材と直交する方向に限られず、ねじれ荷重受け部材と交差する方向に延在する構成であれば良い。曲げ加重受け部材の形状も金属リブ 1 1 の形状に限られず、基材 9 に加わる曲げ荷重を受けられる形状であれば良い。

20

【 0 0 5 2 】

また、第 2 の実施形態に示す風通しスリット S は、一箇所又は二箇所のみであっても良く、四箇所以上形成されていても良い。また、風通しスリット S は、横方向に長く形成される必要はなく、縦方向や斜め方向に長く形成されても良い。また、風通しスリット S の形状は、長方形形状の他、楕円形状等であっても良い。

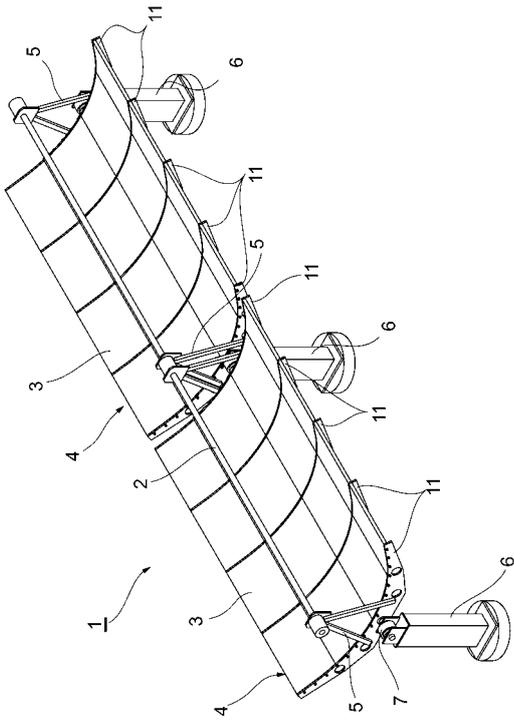
【 符号の説明 】

【 0 0 5 3 】

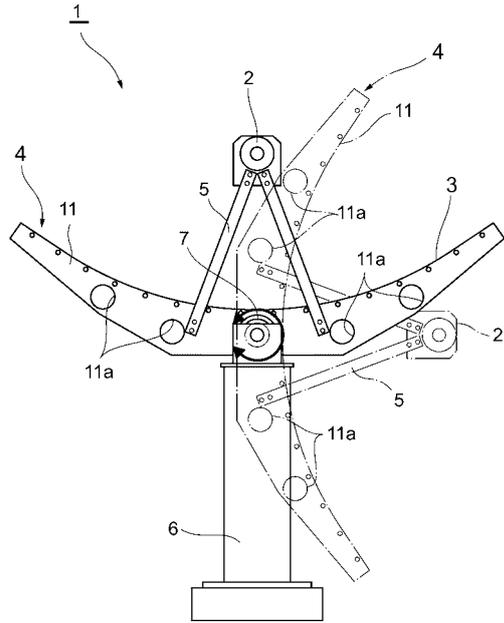
1 ... 集光装置 2 ... レシーバ 3 , 2 1 ... 反射部 3 a - 3 d , 2 1 a - 2 1 d ... ミラー面の列 4 , 2 0 ... 集光器 5 ... レシーバ支持部材 6 ... 支持台 7 ... 駆動機構 9 , 2 2 ... 基材 9 a - 9 d ... 基材パネルの列 1 0 ... トルクチューブ ( ねじれ荷重受け部材 ) 1 1 ... 金属リブ ( 曲げ荷重受け部材 ) 1 2 ... 横リブ 1 3 ... 縦リブ 2 1 ... 反射部 A ... 補強リブ面 S ... 風通しスリット

30

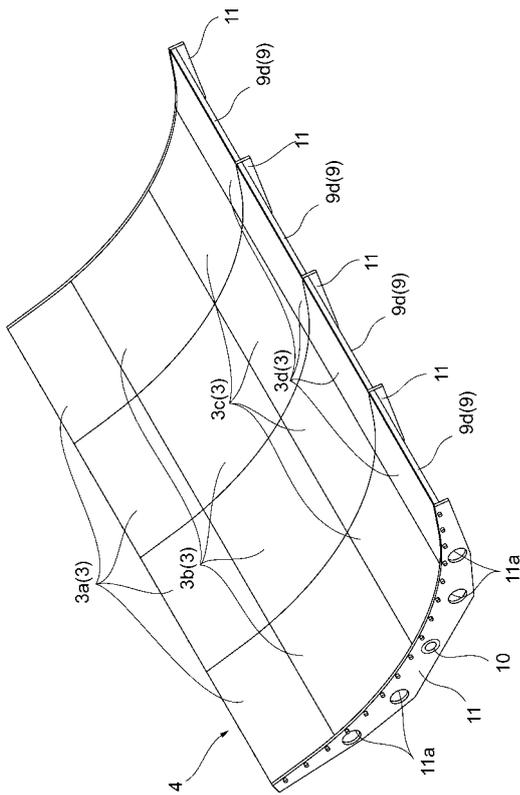
【 図 1 】



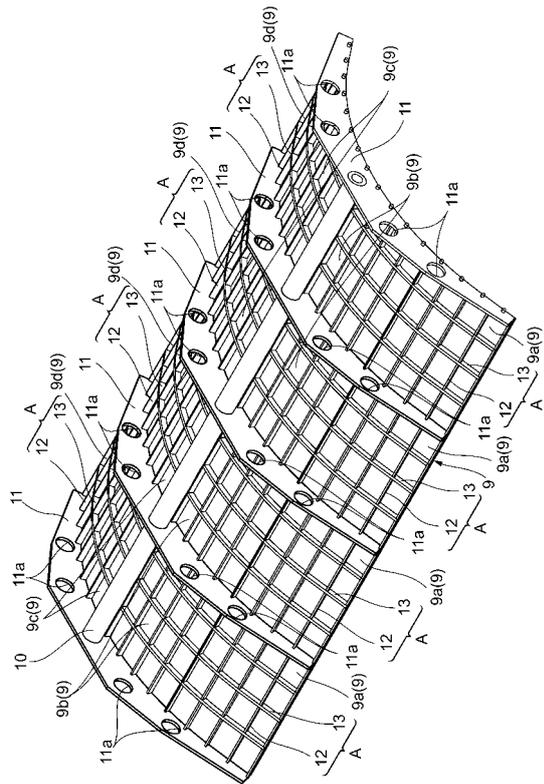
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

