(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年12月28日(28.12.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/222026 A1

(51) 国際特許分類:
F24J 2/38 (2014.01) *H02S 20/32* (2014.01)
F24J 2/16 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/023091

(22) 国際出願日： 2017年6月22日(22.06.2017)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2016-125265 2016年6月24日(24.06.2016) JP
特願 2016-125269 2016年6月24日(24.06.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社ＳｏｌａｒＦｌａｍｅ(**SOLARFLAME CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1058437 東京都港区虎ノ門一丁目２番８号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 玉浦 裕(**TAMAURA Yutaka**); 〒1430023 東京都大田区山王３－１７－７ Tokyo (JP).

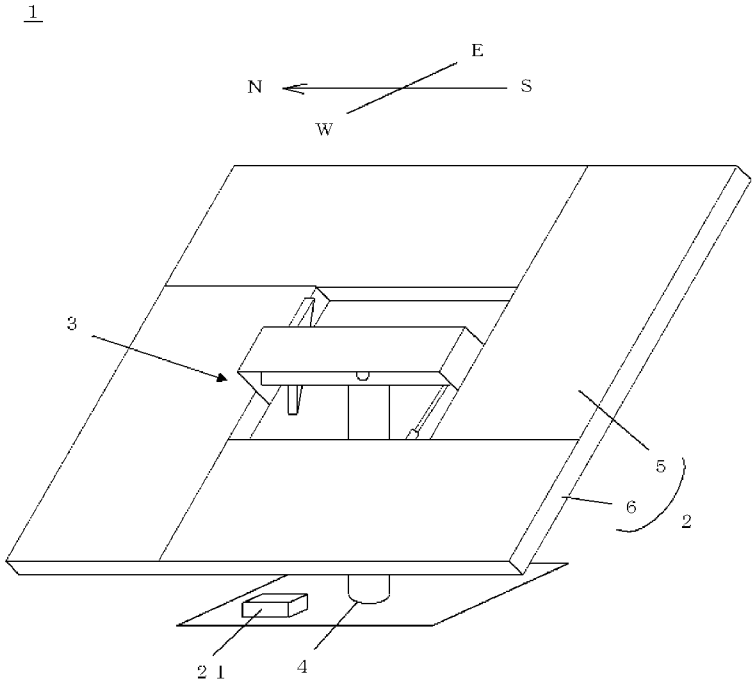
(74) 代理人: 好宮 幹夫, 外 (**YOSHIMIYA Mikio** et al.); 〒1100005 東京都台東区上野７丁目６番１１号 第一下谷ビル８Ｆ Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** HELIOSTAT APPARATUS AND SOLAR POWER GENERATION METHOD

(54) 発明の名称： ヘリオスタット装置および太陽光発電方法

［図1］



(57) **Abstract:** The present invention pertains to a heliostat apparatus having: a frame that supports a reflective mirror or a solar cell panel; a gyro mechanism that has an elevation angle rotary shaft for rotating the frame in a north-south direction and has an azimuth angle rotary shaft for rotating the frame in an east-west direction, the rotary shafts being orthogonal to each other; and a support column that supports the frame via the gyro mechanism. The frame, the reflective mirror, etc., are integrally rotated, in the north-south direction, about the elevation angle rotary shaft, as a rotational axis,

WO 2017/222026 A1

［続葉有］

MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

so as to adjust the angle of the reflective surface, etc., of the reflective mirror in the north-south direction. The frame, the reflective mirror, etc., are integrally rotated, in the west-east direction, about the azimuth angle rotary shaft, as a rotational axis, so as to adjust the angle of the reflective surface, etc., of the reflective mirror in the west-east direction. The center of gravity of a power generation panel coincides with the intersection point at which the elevation angle rotary shaft and the azimuth angle rotary shaft of the gyro mechanism are orthogonal to each other. Thus, provided is a heliostat apparatus that is of a type configured to follow the movement of the sun and that can obtain solar energy more efficiently than the conventional products, while rarely causing shadow interference, even when the arrangement interval is narrow.

(57) 要約:本発明はヘリオスタット装置であって、反射鏡または太陽電池パネルを支持するフレームと、フレームを南北方向に回転させる仰角回転軸、及び東西方向に回転させる方位角回転軸を有し、それらの回転軸が直交するジャイロ機構と、ジャイロ機構を介してフレームを支持する支柱とを備え、仰角回転軸を回転軸として、フレームと反射鏡等が一体的に南北方向に回転されて、反射鏡の反射面等の南北方向の角度が調整され、方位角回転軸を回転軸として、フレームと反射鏡等が一体的に東西方向に回転されて、反射鏡の反射面等の東西方向の角度が調整され、発電パネルの重心が、ジャイロ機構の仰角回転軸と方位角回転軸とが直交する交点に一致しているヘリオスタット装置である。これにより太陽の動きに追従させるタイプのもので、配置間隔を狭くしても、従来品よりも影の干渉が生じにくく、より効率良く太陽光エネルギーを得ることが可能なヘリオスタット装置が提供される。

明　細　書

発明の名称 ： ヘリオスタット装置および太陽光発電方法

技術分野

[0001] 本発明は、反射鏡または太陽電池パネルを備えたヘリオスタット装置に関し、また、太陽電池パネルを備えたヘリオスタット装置を用いた太陽光発電方法に関する。

背景技術

[0002] 従来より石油など化石燃料からエネルギーを得てきたが、近年では、これらの化石燃料の枯渇や、該化石燃料の使用により排出される二酸化炭素等の温室効果ガス、さらには化石燃料の購入のためのコスト（燃料費）が問題となっている。

そこで、再生可能であり、燃料費が不要の太陽光が、新たなエネルギー源の１つとして注目されている。

[0003] この太陽光をエネルギー源として利用する装置としては、例えば、太陽電池モジュール（太陽電池パネル）を備えた太陽光発電装置が挙げられる。太陽電池パネルはその設置角度が固定されているもの（固定型）と、太陽の動きに合わせて調整可能なもの（太陽追尾型）とがある（特許文献１）。

また、反射鏡を備えたものの場合、太陽熱集熱装置が挙げられ、例えばタワー型のものがある。ヘリオスタット装置により、タワー周辺に配置した複数枚の反射鏡の反射面の角度を調整し、太陽光をタワーに設けたレシーバに集光して太陽熱を集熱するものである。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００３－３２２４１８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ここで、太陽光発電装置の固定型パネルは、太陽が南中した時に発電量が

最大となり、日の出直後と日の入直前でほぼゼロとなる。日の出後から徐々に発電量が増大し、南中時に最大となり、太陽が西に傾くに伴い徐々に減衰し、日の入り直前にほぼゼロとなる。このように、固定型は、一日の間で釣り鐘状に発電量が変化する。

[0006] また、固定型パネルの置き方として、日本では、南向きに傾斜角度２０～３０°に設置することで発電量をわずかではあるが増大できる。これは、太陽高度が夏と冬とで南中時ではおよそ５０°近く変動し、日本では冬には１０°近くまで低くなるので、３５°傾斜が最適となることによる。

[0007] しかしながら、実際には、傾斜角度が３０°近くになると、前列の固定型パネルによってできる影が、後列の固定型パネルに当たるようになる（影の干渉）。太陽電池パネルはその面の一部に影が生じると発電セルの接続系が系列ごと短絡して影の大きさ以上の面積で発電量が低下することがある。そのために、前列と後列のパネル間に隙間を空ける必要がある。

その隙間の大きさは、影によるロスと傾斜角度による増加とのバランスで最適な角度と隙間を選ぶこととなる。実際は影が午前９時以降にはできないように隙間の大きさを決めている。

[0008] そもそも、太陽エネルギーを最大に得ることは、太陽電池パネルを設置しようとする土地の全面を完全に太陽電池パネルで覆い、太陽光が地面を照らすことが一切生じないことによってなし得るものである。

しかしながら、実際には、このような敷き詰め方をすると各固定型パネルへのアクセス道路が取れないので、故障やメンテナンス、設置工事が出来なくなるために、このようにはできない。

[0009] アクセス道路を確保するために隙間を設ける必要があると同時に、「太陽電池パネルが年間を通じて平均的に太陽を向いている南中時の太陽高度」を考慮して、先述の傾斜角度１０～３０°にして前列と後列に隙間を空けて設置し、この隙間を敷地面積に対して０．３から０．４をアクセス道路として利用しているのが現状である。

「太陽電池パネルが年間を通じて平均的に太陽を向いている南中時の太陽

高度」とは、春分と秋分であるが、日本の東京では５３．６°で、パネルの傾斜角度は９０－５３．６＝３６．４°である。しかし、朝夕に後列へできる影を考慮すると隙間を大きくするか、傾斜角をさらに低く設定する必要がある。

[0010] しかし、隙間を余り大きく取ると、その隙間の面積がアクセス道路に最低限必要な面積を超え、その超えた分が全く発電をしない無駄な地面となるために、隙間を大きくする手段は取られない。

一方、影がいつもできないようにするには傾斜角をゼロとすればよいが、アクセス道路が取れない。

これらの結果として、傾斜角１０～３０°が選ばれている。また前列と後列の隙間は冬至南中時に前列の影が後列に当たらないように取られ、それがアクセス道路として利用される。

[0011] 以上述べたように、太陽電池パネルをメガソーラーで大規模に固定して設置するという方式にはアクセス道路が必須であり、これにより土地面積当たりの発電効率の低下が避けることのできない課題となっている。

[0012] そもそも、固定型太陽電池パネルは先述のように、一日の間で釣り鐘状に発電量が変化するので、これに代わって午前９時から夕方近くまでは発電量が一定となるような固定式とは異なる太陽電池パネルの設置方式が望まれている。しかも、影の影響を刻々に変わる太陽に対応して抑制することができ、同時に地面に日の当たる場所が少なくなるように太陽電池パネルを稼働できるものであれば、土地当たりの発電量を増大することができ、日本のように土地代の高いところでは再生可能エネルギーの開発における意義が大きい。

[0013] また、太陽追尾型の太陽電池パネルは、太陽の方を向くことができるので、太陽に対して垂直になるように向いた場合には、南中時と同等の発電量を得ることができる。

従来の太陽追尾型は経緯台式と呼ばれるものであり、図１２に示すように、太陽電池パネルと該太陽電池パネルを支持するフレームからなる発電パネ

ルを支柱で支えている。そして、上下回転手段、左右回転手段により、発電パネルを常時太陽に向いた状態で上下、左右に動かすことができる。

[0014] しかし、太陽高度が低い日の出から９時頃までと日の入前の４時頃以降は、前列の太陽電池パネルが後列の太陽電池パネルに影をつくるので、真正面に太陽を向くと返って発電量が低下することになる。そこで、例えば各太陽電池パネルを離れて配置することで対応しているが、これは固定型パネルの場合よりも隙間を離して配置する必要があり、土地利用効率が低くなり、発電効率の低下につながってしまう。

[0015] また、タワー型の太陽熱集熱装置などにおいても、上述したように太陽を追尾するヘリオスタット装置がタワー周辺に複数配置されているが、同様に影の干渉を防ぐため、これらの各ヘリオスタット装置同士の間にもある程度の間隔が必要になってしまう。

[0016] 本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、太陽の動きに追従させるタイプのもので、配置間隔を狭くしても、従来品よりも影の干渉が生じにくく、より効率良く太陽光エネルギーを得ることが可能なヘリオスタット装置を提供することを目的とする。また、太陽の動きに追従させるヘリオスタット装置を用い、従来よりも影の干渉の発生を抑制し、より効率良く太陽光エネルギーを得ることが可能な太陽光発電方法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

[0017] 上記目的を達成するために、本発明は、太陽光を反射する反射鏡または太陽電池パネルを１枚以上備え、前記反射鏡の反射面または前記太陽電池パネルのパネル面の角度を太陽の動きに追従させて調整するヘリオスタット装置であって、

前記反射鏡または前記太陽電池パネルを支持するフレームと、

該フレームを南北方向に回転させるための東西方向を軸方向とする仰角回転軸、及び前記フレームを東西方向に回転させるための南北方向を軸方向とする方位角回転軸を有し、前記仰角回転軸と前記方位角回転軸とが直交する

ジャイロ機構と、

該ジャイロ機構を介して前記フレームを支持する支柱とを備えており、

前記仰角回転軸を回転軸として、前記フレームと、前記反射鏡または前記太陽電池パネルとが一体的に南北方向に回転されることで、前記フレームに支持された反射鏡の反射面または太陽電池パネルのパネル面の南北方向の角度が調整されるものであり、

前記方位角回転軸を回転軸として、前記フレームと、前記反射鏡または前記太陽電池パネルとが一体的に東西方向に回転されることで、前記フレームに支持された反射鏡の反射面または太陽電池パネルのパネル面の東西方向の角度が調整されるものであり、

前記フレームと、該フレームに支持された前記反射鏡または前記太陽電池パネルとからなる発電パネルの重心が、前記ジャイロ機構の前記仰角回転軸と前記方位角回転軸とが直交する交点に一致しているものであることを特徴とするヘリオスタット装置を提供する。

[0018] このようなものであれば、ジャイロ型であるため、固定型はもちろんのこと、太陽追尾型の経緯台式のヘリオスタット装置よりも、反射鏡の反射面や太陽電池パネルのパネル面の角度（発電パネルの角度）をより自由度高く調整することができる。

このため、太陽高度が低い時間帯でも太陽に向けることができ、固定型よりも太陽光エネルギーをより多く得て、発電効率を向上させることができる。また、ヘリオスタット装置を複数並べて配置しても、経緯台式のものよりも他のヘリオスタット装置への影の干渉が生じにくい。そのため、経緯台式のものより隙間を狭くして配置可能であり、土地利用効率が向上し、発電効率も向上することができる。

[0019] さらには、発電パネルの重心が、ジャイロ機構の仰角回転軸と方位角回転軸とが直交する交点（ジャイロの中心）に一致しているので、発電パネルを、従来の経緯台式のものよりも小さな力で簡単に回転させることができ、少ない電力で太陽電池パネルの角度調整を行うことができる。したがって、わ

ざわざヘリオスタット装置に配線を引いて電力を供給するのではなく、それぞれに備えた蓄電池等に電力を供給して発電パネルを操作することができ、自立型のものとすることも可能になる。

[0020] このとき、前記ジャイロ機構は、

長手方向が前記方位角回転軸に沿うように配置されている筒体と、

該筒体を長手方向に貫通しており、前記方位角回転軸上に位置する方位角回転シャフトと、

該貫通している方位角回転シャフトの両端同士を連結する連結カバーと、

該連結カバーと前記フレームを連結する連結アームと、

前記筒体から短手方向に突き出ており、前記仰角回転軸上に位置する一対の仰角回転シャフトとを備えており、

前記支柱は、前記一対の仰角回転シャフトを軸回転可能に支持する軸受を備えており、

前記方位角回転軸上の前記方位角回転シャフトを回転軸として、前記連結カバーと前記連結アームと前記フレームとが一体的に東西方向に回転可能であり、

前記支柱の軸受上で、前記仰角回転軸上の前記一対の仰角回転シャフトを回転軸として、前記筒体と前記方位角回転シャフトと前記連結カバーと前記連結アームと前記フレームとが一体的に南北方向に回転可能なものとすることができる。

[0021] このような構成で、簡単に小さな力で発電パネルの角度調整を行うことが可能である。

[0022] また、前記ジャイロ機構は、前記フレームを南北方向に回転させるための仰角調整アクチュエータと、前記フレームを東西方向に回転させるための方位角調整アクチュエータとを備えているものとすることができる。

[0023] このようなものであれば、南北方向、東西方向の発電パネルの角度調整を簡便に行うことができる。

[0024] また、前記ジャイロ機構を作動させるための電力を供給する蓄電池をさら

に備えているものとすることができる。

[0025] このようなものであれば、ヘリオスタット装置に配線を引いていなくとも、ジャイロ機構を作動させて発電パネルの角度調整を行うことができ、自立型のものとすることができる。配線の設置、メンテナンス等に要するコストを低減することができる。

[0026] また、前記蓄電池を充電するための補助太陽電池パネルをさらに備えているものとすることができる。

[0027] このようものであれば、より一層確実に自立型のものとすることができる。

[0028] また、前記反射鏡または太陽電池パネルを複数枚備えており、該複数枚の反射鏡または太陽電池パネルは１つの前記フレーム上に口の字型に配置されているものとすることができる。

[0029] このようなものであれば、口の字型の中央部分が空いているので、風が吹いていてもその中央部分から風を逃がすことができ、発電パネルが風を受けてもヘリオスタット装置が倒れにくいし、発電パネルが揺れるのを抑制することができる。

[0030] また、本発明は、太陽電池パネルを１枚以上備えたヘリオスタット装置を地上に複数配置して、各々のヘリオスタット装置の前記太陽電池パネルのパネル面の角度を太陽の動きに追従させて調整しつつ太陽光発電を行う太陽光発電方法であって、

前記複数のヘリオスタット装置をジャイロ型のものとし、各々、前記太陽電池パネルのパネル面を太陽光に対して垂直に向けた場合に、該パネル面により、

他のヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面上に影が生じない時間帯では、

前記各ヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面の角度を太陽光に対して垂直に調整し、

他のヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面上に影が生じる時間

帯では、

前記各ヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面の影が、前記他のヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面から外れて地面に生じるようにするとともに、該地面に生じる影の面積の大きさに基づいて、前記各ヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面の角度を調整し、

太陽光発電を行うことを特徴とする太陽光発電方法を提供する。

[0031] このように、ジャイロ型のものを用いるため、固定型はもちろんのこと、太陽追尾型の経緯台式のヘリオスタット装置を用いるよりも、太陽電池パネルのパネル面の角度（発電パネルの角度）をより自由度高く調整することができる。

このため、太陽高度が低い時間帯でも太陽に向けることができ、固定型よりも太陽光エネルギーをより多く得て、発電効率を向上させることができる。また、このジャイロ型のヘリオスタット装置を複数並べて配置しても、経緯台式のものよりも他のヘリオスタット装置への影の干渉が生じにくい。そのため、経緯台式のものより隙間を狭くして配置可能であり、土地利用効率が向上し、発電効率も向上することができる。

[0032] また上記のようにして他のヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面（単に、他のパネル面ともいう）上に影が生じる場合と、他のパネル面に影が生じない場合とで（すなわち、影の干渉の発生の有無とで）、その影の元となる太陽電池パネルのパネル面の角度の調整の仕方を分けることで、影の干渉を確実に防ぐことができるし、地面への影の面積の大きさも考慮することで、極めて効率の良い太陽光エネルギーの回収を図ることができる。

[0033] このとき、前記他のヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面上に影が生じる時間帯に、前記各ヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面の角度を調整するとき、

太陽高度および方位角の変動曲線に従い、前記他のヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面上に影が生じるときよりも、南中時側における高度および方位角に太陽が位置するときの太陽光に対して垂直になるようなパ

ネル面の角度に調整することができる。

[0034] このように太陽高度および方位角の変動曲線（太陽の変動曲線）に従い、上記のように調整すれば、より確実に、効率良く太陽光エネルギーを得ることができる。

[0035] また、前記ヘリオスタット装置を配置するとき、

前記太陽電池パネルをフレームにより支持し、

該フレームを南北方向に回転させるための東西方向を軸方向とする仰角回転軸、及び前記フレームを東西方向に回転させるための南北方向を軸方向とする方位角回転軸を有し、前記仰角回転軸と前記方位角回転軸とが直交するジャイロ機構を備え、

該ジャイロ機構を介して前記フレームを支柱により支持し、

前記フレームと、該フレームに支持された前記太陽電池パネルとからなる発電パネルの重心を、前記ジャイロ機構の前記仰角回転軸と前記方位角回転軸とが直交する交点に一致させるようにし、

前記太陽電池パネルのパネル面の角度を調整するとき、

前記仰角回転軸を回転軸として、前記フレームと、前記太陽電池パネルとを一体的に南北方向に回転することで、前記フレームに支持された太陽電池パネルのパネル面の南北方向の角度を調整し、

前記方位角回転軸を回転軸として、前記フレームと、前記太陽電池パネルとを一体的に東西方向に回転することで、前記フレームに支持された太陽電池パネルのパネル面の東西方向の角度を調整することができる。

[0036] このようにすれば、発電パネルの重心が、ジャイロ機構の仰角回転軸と方位角回転軸とが直交する交点（ジャイロの中心）に一致しているので、発電パネルを、従来の経緯台式のものよりも小さな力で簡単に回転させることができ、少ない電力で太陽電池パネルの角度調整を行うことができる。したがって、わざわざヘリオスタット装置に配線を引いて電力を供給するのではなく、それぞれに備えた蓄電池等に電力を供給して発電パネルを操作することができ、自立型のものとすることも可能になる。

[0037] このとき、前記ジャイロ機構として、

長手方向が前記方位角回転軸に沿うように配置されている筒体と、

該筒体を長手方向に貫通しており、前記方位角回転軸上に位置する方位角回転シャフトと、

該貫通している方位角回転シャフトの両端同士を連結する連結カバーと、

該連結カバーと前記フレームを連結する連結アームと、

前記筒体から短手方向に突き出ており、前記仰角回転軸上に位置する一対の仰角回転シャフトとを備えたものを配設し、

前記支柱として、前記一対の仰角回転シャフトを軸回転可能に支持する軸受を備えたものを配設し、

前記太陽電池パネルのパネル面の角度を調整するとき、

前記方位角回転軸上の前記方位角回転シャフトを回転軸として、前記連結カバーと前記連結アームと前記フレームとを一体的に東西方向に回転し、

前記支柱の軸受上で、前記仰角回転軸上の前記一対の仰角回転シャフトを回転軸として、前記筒体と前記方位角回転シャフトと前記連結カバーと前記連結アームと前記フレームとを一体的に南北方向に回転することができる。

[0038] このような構成のものを配設することで、簡単に小さな力で発電パネルの角度調整を行うことが可能である。

[0039] また、前記太陽電池パネルのパネル面の角度を調整するとき、

前記フレームを南北方向に回転させるための仰角調整アクチュエータと、前記フレームを東西方向に回転させるための方位角調整アクチュエータとを用いて行うことができる。

[0040] このようにすれば、南北方向、東西方向の発電パネルの角度調整を簡便に行うことができる。

[0041] また、前記ヘリオスタット装置に蓄電池をさらに配設し、該蓄電池から電力を供給して前記ジャイロ機構を作動させることができる。

[0042] このようにすれば、ヘリオスタット装置に配線を引いていなくとも、ジャイロ機構を作動させて発電パネルの角度調整を行うことができ、自立型のも

のとすることができる。配線の設置、メンテナンス等に要するコストを低減することができる。

[0043] また、前記ヘリオスタット装置に補助太陽電池パネルをさらに配設し、該補助太陽電池パネルにより前記蓄電池を充電することができる。

[0044] このようにすれば、ヘリオスタット装置をより一層確実に自立型のものとすることができる。

[0045] また、前記ヘリオスタット装置を配置するとき、

前記太陽電池パネルを複数枚用意し、該複数枚の太陽電池パネルを１つの前記フレーム上にロの字型に配置することができる。

[0046] このようにすれば、ロの字型の中央部分が空いているので、風が吹いていてもその中央部分から風を逃がすことができ、発電パネルが風を受けてもヘリオスタット装置が倒れにくいし、発電パネルが揺れるのを抑制することができる。

発明の効果

[0047] 以上のように、本発明によれば、より簡単に、より自由度高く発電パネルの角度調整を行うことができ、太陽を追尾することもできるし、ヘリオスタット装置同士の配置間隔が狭くとも従来よりも影の干渉が生じにくい。その結果、効率良く太陽光エネルギーを得ることができ、発電効率等を向上させることができる。

また、影の干渉の発生の有無で場合分けして発電パネルの角度調整を行うので、影の干渉の発生の確実な防止を図るとともに、地面への影の面積の大きさも考慮し、太陽光エネルギーの回収効率の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0048] [図1]本発明の太陽光発電方法に用いることができるジャイロ型のヘリオスタット装置の一例を示す概略図である。

[図2]ジャイロ機構の一例を示す側面図である。

[図3]ジャイロ機構の筒体の一例を示す平面図である。

[図4]方位角調整アクチュエータの一例を示す概略図である。

[図5]西側へ発電パネルを回転させた状態を示す説明図である。

[図6]本発明のヘリオスタット装置の別の態様の一例を示す概略図である。

[図7]発電パネルを太陽光に対して角度を変えて設置したときの様子を示す説明図である。

[図8]ジャイロ型のヘリオスタット装置の回転軸の関係を示す説明図である。

[図9]影の干渉を防ぐ調整方法を示す説明図である。

[図10]太陽の変動曲線の例を示す説明図である。

[図11]影の干渉の有無の例を示す説明図である。

[図12]従来の経緯台式のヘリオスタット装置の一例を示す概略図である。

[図13]反射鏡を備えた本発明のヘリオスタット装置の一例を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0049] 以下、本発明について、実施態様の一例として、図を参照しながら詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

図１に本発明の太陽光発電方法に用いることができる本発明のジャイロ型のヘリオスタット装置の一例を示す。図１において、手前から奥の方向が東西方向であり、左右方向が南北方向である。

図１に示すように、ヘリオスタット装置１は、全体として、発電パネル２とジャイロ機構３と支柱４とを備えている。ここでは発電パネル２は西側に傾いている。

[0050] 発電パネル２は太陽電池パネル５とフレーム６とからなっている。ここでは太陽電池パネル５は長方形のものが４枚備えられているが、１枚以上であればよく、数、大きさ、形状は特に限定されない。これら４枚の太陽電池パネルは１つのフレーム６により支持されている。フレーム６の形状、材質等はその都度、適宜決定することができる。太陽電池パネル５を支持し、風等を受けても変形しない程度の強度を有するものであれば良い。

[0051] また、発電パネル２自体の形状も特に限定されない。図１では、発電パネル２の全体としてロの字型になっている。すなわち、１つのフレーム６上に

、中央部分を空けるようにして４枚の太陽電池パネル５をロの字型に配置している。このように配置することで、風が吹いていても発電パネル２の中央部分から風が吹き抜けていき、発電パネル２が揺れたり、強風で倒れたりするのを効果的に防ぐことができる。

[0052] 支柱４は、発電パネル２およびジャイロ機構３を支持できるものであればよく、太さ、長さ等は特に限定されない。発電パネル２等の大きさにより応じて適切なものを用意すればよい。

[0053] 次にジャイロ機構３について説明する。図２、３にジャイロ機構の一例を示す。図２は図１のヘリオスタット装置１を背面側（東側）から見た側面図である。なお、発電パネル２が水平の状態である。また、図３はジャイロ機構の筒体付近の平面図である。

図２、３に示すように、ジャイロ機構３はフレーム６と連結しており、フレーム６（また、発電パネル２）を南北方向に回転させるための東西方向を軸方向とする仰角回転軸７と、東西方向に回転させるための南北方向を軸方向とする方位角回転軸８とを有している。これらの仰角回転軸７と方位角回転軸８は直交している。さらには、これらの直交する交点と、ジャイロ機構３に支えられた発電パネル２の重心Ｇとが一致している。

従来のような経緯台式はジャイロ型でもなく、当然、ジャイロの中心と重心Ｇが一致しているわけでなく、発電パネルを回転させるのに相当の力が必要であった。しかしながら、本発明のような上記の構成であれば、発電パネル２を従来よりも格段に小さな力で簡単に回転させることができ、少ない電力で太陽電池パネル５の角度調整を行うことができる。

[0054] 以下、ジャイロ機構３の、より具体的な構成について説明する。

長手方向が方位角回転軸８に沿うように配置されている筒体９を備えている。また、該筒体９を長手方向に貫通しており、方位角回転軸８上に位置する方位角回転シャフト１０を備えている。さらには、その貫通している方位角回転シャフト１０の両端同士を連結する連結カバー１１が設けられており、該連結カバー１１の先端には、フレーム６と連結する連結アーム１２が設

けられている。

なお、方位角回転シャフト１０と連結カバー１１の連結部分については、方位角回転シャフト１０を回転軸として連結カバー１１が東西方向に回転できるようになっていれば良い。例えば、両者は互いに溶接等されていて完全につながっており、方位角回転シャフト１０自身の軸回転に伴い、連結カバー１１も回転するような態様とすることができる。

[0055] また、筒体９としては、その外形が角柱形状であっても良いし、円柱形状であっても良い。その内部を方位角回転シャフト１０が貫通できるものであれば良い。

連結カバー１１は、ここではコの字形状になっており、１つの天板１５と該天板１５を挟むように接合された２つの側板１６とからなっている。筒体９を貫通した方位角シャフト１０の両端に側板１６がそれぞれ連結されている。なお、発電パネル２が水平の状態になっている場合、筒型９の上方に天板１５が位置するようになっている。

そして、側板１６の、天板１５と接合している側とは反対の側には連結アーム１２が連結されており、また上述したように該連結アーム１２にフレーム６が連結されている。このような構成によって、筒体９、方位角回転シャフト１０、連結カバー１１、連結アーム１２、フレーム６が一体化している。

[0056] さらには、筒体９の短手方向に突き出ており、仰角回転軸７上に位置する一対の仰角回転シャフト１３を備えている。

これに対して支柱４には軸受１４が設けられており、該軸受１４によって、上記一対の仰角回転シャフト１３が軸回転可能に支持されている。

[0057] そして上述したように、方位角回転シャフト１０を回転軸として連結カバー１１を東西方向に回転させることができ、該連結カバー１１は連結アーム１２を介してフレーム６、さらには太陽電池パネル５と連結しているので、それらを一体的に回転させることができる。すなわち、発電パネル２を東西方向に回転させることができ、その太陽電池パネル５のパネル面の東西方向

の角度を調整することができる。

[0058] 一方、支柱４の軸受１４上で、仰角回転シャフト１３を回転軸として筒体９を南北方向に回転させることができ、該筒体９は、それを貫通する方位角回転シャフト１０、連結カバー１１、連結アーム１２を介してフレーム６、さらには太陽電池パネル５と連結しているので、それらを一体的に回転させることができる。すなわち、発電パネル２を南北方向に回転させることができ、その太陽電池パネル５のパネル面の南北方向の角度を調整することができる。

[0059] ジャイロ機構３のこのような構成によって発電パネル２を支柱４上で簡便に東西方向および南北方向に自在に回転させることができ、太陽電池パネル５のパネル面の角度を自由度高く調整することができる。このようなジャイロ型のものであれば、従来の経緯台式のものよりも太陽電池パネル５のパネル面の角度を自由に調整することができ、影の干渉の発生をより一層防ぐことができる。

[0060] 例えば、図１の発電パネルを備えた本発明のジャイロ型のヘリオスタット装置と、同形状の発電パネルを備えた図１２のような従来の経緯台式のものを考える。

従来装置では、発電パネルについて南北方向に角度を調整後、東西方向の角度調整は、実際には水平にしか回転できない。すなわち、発電パネルの下辺（および上辺）は常に地面に平行になるようにしか回転できない（下辺の両端の高さ位置が常に同じ）。

一方、上記のようなジャイロ機構を備えた図１の本発明のヘリオスタット装置では、南北方向に角度を調整後、発電パネル全体を東西方向に回転可能である。すなわち、発電パネルの下辺（および上辺）の両端の高さ位置が互いに異なるように回転調整できるし、それらの高さ位置が同じになるように回転調整することもできる。

[0061] このように、太陽追尾型といっても、本発明のようなジャイロ型のほうが従来の経緯台式のものよりも自由度高く発電パネルの角度調整を行うことが

できる。したがって、従来では影の干渉が起きてしまっていたようなヘリオスタット装置同士の間隔でも、本発明のようなジャイロ型であれば角度の調整次第で影の干渉の発生を防止することができる。すなわち、ヘリオスタット装置同士をより近接して配置することもでき、単位土地面積あたりの発電効率を向上させることができる。

[0062] また、ジャイロ機構３は、仰角調整アクチュエータ１７、方位角調整アクチュエータ１８をさらに備えている。上記のようなジャイロ機構３において発電パネル２を回転させる手段は特に限定されないが、アクチュエータであれば簡便にモータ駆動で回転操作を行うことができる。

[0063] 仰角調整アクチュエータ１７の配置位置として、図２のように示す位置が挙げられる。支柱４と筒体９の下面側とを結ぶように取り付けられている。モータ駆動によって、仰角調整アクチュエータ１７のアーム１９が伸びることによって、筒体９の南側を押し、発電パネル２を北側へ回転させることができる。一方、アーム１９が縮むことによって、筒体９の南側が引っ張られ、発電パネル２を南側へ回転させることができる。

[0064] 図４に方位角調整アクチュエータ１８の配置位置の一例を示す。図４は方位角調整アクチュエータ１８を北側から見た概略図である。

連結カバー１１から東側に突き出た部分と、筒体９の下面から突き出た部分とを結ぶように、方位角調整アクチュエータ１８が取り付けられている。モータ駆動によって、方位角調整アクチュエータ１８のアーム２０が伸びることによって、連結カバー１１が西側に傾き、発電パネル２を西側へ回転させることができる。図５に、図４の状態から西側へ回転させたときの状態を示す。一方、アーム２０が縮むことによって、連結カバー１１が東側に傾き、発電パネル２を東側へ回転させることができる。

当然、これらとは別の位置に配置することも可能であるが、図２、４、５のような配置にすることによって、トラス構造がとられているので、耐風性を持つことができる。東西方向、南北方向とも共に、必要とする最大傾斜角に応じて、その角度が得られるように適切に各アクチュエータを配設するこ

とができる。

[0065] また、図１に示すように、蓄電池２１を配置しておき、これらのアクチュエータのモータを駆動させて、ジャイロ機構３を作動させるための電力を供給することもできる。

本発明は、前述したようにジャイロの中心と発電パネル２の重心が一致しているため、極めて小さい力で発電パネル２の回転制御を行うことができる。したがって、発電パネル２の回転駆動に要する消費電力を抑えることができる。このため、従来装置のように、外部からの電力供給のために大規模な配線を引くことなく、各ヘリオスタット装置に備えられた蓄電池２１によって十分にジャイロ機構３を作動させて、発電パネル２を回転させ、太陽電池パネル５のパネル面の角度調整を行うことが可能である。電力供給の面において、自立したものとなる。

配線の設置に要するコスト、メンテナンスを省略することができ、簡便である。

[0066] 図６に、別の態様のヘリオスタット装置の一例を示す。この態様では、補助太陽電池パネル２２をさらに備えている。ここでは、連結カバー１１の上に配置されている。この補助太陽電池パネル２２によって得られた電力を蓄電池２１に蓄えることができるようになっている。このため、より一層確実に自立したものとすることができる。

なお、補助太陽電池パネル２２の配置場所、大きさ等は特に限定されず、蓄電池２１を充電するのに十分なものであれば良い。

[0067] 太陽光発電装置において、太陽電池パネル（または発電パネル）が固定型のもの、ヘリオスタット装置を備え太陽追尾型で経緯台式のもの、図１の本発明のジャイロ型のヘリオスタット装置で、得られる太陽光エネルギーと装置の設置に要する面積について考察する。

固定型で得られる太陽光エネルギーを１とすると、経緯台式の装置、本発明のジャイロ型の装置のような太陽追尾型のものでは、太陽の動きに対してパネル面を追従させることができるので１．６－１．７もの太陽光エネルギ

ーを得ることができる。

[0068] また、固定型で太陽電池パネルを設置するのに必要な面積を１とすると、アクセス道路として０．３の面積が必要と考えられる。すなわち、固定型は１．３の面積が必要となる。経緯台式の装置では、上述した１．６－１．７の太陽光エネルギーを得るためには１．６の面積が必要とされる。影の干渉を防ぐために固定型よりも広い面積が必要となる。

一方で本発明のようなジャイロ型では、上述したように経緯台式の装置よりも各ヘリオスタット装置を近接して配置することができ、全体として、必要な面積は固定型と同程度、すなわち１．３程度とすることができる。

[0069] このように、本発明のジャイロ型のヘリオスタット装置は、固定型と同程度の設置面積で済ますことができ、かつ、経緯台式の装置と同程度の太陽光エネルギーを得ることができる。このため、従来よりも発電効率を向上させることができる。

しかも、ジャイロの中心と発電パネルの重心とが一致しており、回転制御を極めて小さい力で簡単に行うことができる。

[0070] 以上、太陽電池パネルを備えた場合について説明してきたが、太陽電池パネルの代わりに反射鏡を配設することもできる。

図１３に、反射鏡を配設したヘリオスタット装置の一例を示す。図１３のヘリオスタット装置２３では４枚の長方形の反射鏡２４が配設されている。その他の構成、例えば、フレームやジャイロ機構、支柱等の構成は同様のものとすることができる。そして、同様に、反射鏡２４を東西方向や南北方向に自在に回転させ、その反射面の角度を適宜調整することが可能である。さらには、回転に必要な力が小さいこと、回転制御の自由度が高いこと、影の干渉の発生を従来よりも抑制できること等、実質的に、同様の効果を有することができる。

[0071] 次に、図１のジャイロ型のヘリオスタット装置を用いた本発明の太陽光発電方法について説明する。

まず、図１のようなヘリオスタット装置を地上に複数配置する。配置する

数は特に限定されず、設置可能な土地面積や、収集する予定の太陽光エネルギー量に応じて適宜決定することができる。また、配置位置も特に限定されないが、例えば、東西方向および南北方向に互いに一定の隙間を設けて配置することができる。

[0072] なお、ヘリオスタット装置を配設する際に、図１－６を参照して説明したように、太陽電池パネルの他、フレーム、筒体等を備えたジャイロ機構、支柱、アクチュエータ、蓄電池、補助太陽電池パネル等も配設することで、上述したような作用効果を得ることができる。

また、風対策として、図１のように複数枚の太陽電池パネルを１つのフレーム上に配置する際、ロの字型に配置して中央部分に空間を設けておくと良い。

[0073] そして、太陽電池パネルのパネル面の角度調整を行う際には、仰角回転軸を回転軸として、フレームと、太陽電池パネルとを一体的に南北方向に回転することで、フレームに支持された太陽電池パネルのパネル面の南北方向の角度を調整することができる。また、方位角回転軸を回転軸として、フレームと、太陽電池パネルとを一体的に東西方向に回転することで、フレームに支持された太陽電池パネルのパネル面の東西方向の角度を調整することができる。

[0074] より具体的に、図２に示すような筒体等を備えたジャイロ機構を配設している場合には、方位角回転軸上の方位角回転シャフトを回転軸として、連結カバーと連結アームとフレームとを一体的に東西方向に回転することができる。また、支柱の軸受上で、仰角回転軸上の一対の仰角回転シャフトを回転軸として、筒体と方位角回転シャフトと連結カバーと連結アームとフレームとを一体的に南北方向に回転することができる。

このようにして発電パネルを回転し、太陽電池パネルのパネル面の角度（発電パネルの角度）を小さな力で簡単に調整することができる。

[0075] 次に、実際に太陽光発電を行う際の、太陽電池パネルのパネル面の角度（発電パネルの角度）を調整する方法について説明する。

本発明では、ジャイロ型のヘリオスタット装置を用いることから、固定型とは異なり、太陽高度が低い時間帯においても、太陽光に対して発電パネルを垂直に向けることも可能である。

このように垂直に向けた場合、図７に示すように太陽光エネルギーを最も回収することができる。図７は、発電パネルを太陽光に対して角度を変えて設置したときの様子を示す。Ａが太陽光に対して垂直に設置したときの状態であり、ＢがＡの状態よりも低い角度で設置したときの状態である。発電パネルに照射される太陽光の量はＡのときの方が多い。なお、地面の影の面積もＡのときの方が大きい。

このように、太陽光発電を行う際は、可能な限り、発電パネルの角度を太陽光に対して垂直になるように制御し、出来るだけ多くの太陽光エネルギーを回収することが好ましい。

[0076] しかしながら、特に太陽高度が低い時間帯においては、太陽光に垂直に向けた発電パネルのせいで、他のパネル面に影が生じてしまう場合がある。互いのヘリオスタット装置の配置位置を離すことも考えられるが、それでは土地利用効率が低下し、結果として発電効率の低下を招いてしまう。

[0077] そこで本発明では、発電パネルを太陽光に対して垂直に向けた場合に、影の干渉の発生が生じるか生じないかで場合分けして、発電パネルの角度の調整を行いつつ、太陽光発電を行う。

より具体的には、まず、発電パネルを太陽光に対して垂直に向けた場合に、他のパネル面に影が生じない時間帯では、発電パネルの角度を太陽光に対して垂直に調整する。

[0078] 一方、他のパネル面に影が生じる時間帯では、２つの条件の下で発電パネルの角度調整をする。１つ目は、発電パネルの影が、他のパネル面から外れて地面に生じるように調整することである。２つ目は、地面に生じる影の面積の大きさに基づいて調整することである。図７でも説明したように、太陽光に垂直に向けた場合の方がより多く太陽光エネルギーを回収することができ、そのときの地面での影もより大きい。すなわち、１つ目の条件を満たし

つつ、地面での影の大きさを考慮して角度を調整する。例えば、その影がより大きくなるような角度に調整するのが好ましい。逆に言えば、影の干渉を防ぎつつ、地面に太陽光が当たる面積をより小さくするような制御方法であるが、このような地面の影の面積の大きさをも考慮した制御方法は本発明者が初めて見出したものである。

[0079] なお、各ヘリオスタット装置の配置位置、発電パネルの角度の調整頻度、求める太陽光エネルギー回収量等に応じて、種々の角度調整パターンが考えられる。

以下では、そのうちの一例を挙げて、ジャイロ型の利点と共に説明するが、当然これに限定されるものではない。

[0080] 図８にジャイロ型のヘリオスタット装置の回転軸の関係を示す。

図８のようにｘ，ｙ，ｚ軸をそれぞれ東、北、天頂の方向に取ると、ジャイロ型では南北方向の回転軸がｘ軸となり（仰角回転軸）、ｘ軸の回転後のｙ’軸が東西方向の回転軸となる（方位角回転軸）。

[0081] 図９に影の干渉を防ぐ調整方法についての説明図を示す。

図９に示すように、ヘリオスタット装置に搭載した太陽電池パネルの形状を正方形とし、これを上記のように二軸で回転させ、その時の各四隅を位置Ｐａ、Ｐｂ、Ｐｃ、Ｐｄとする（前列パネルでは位置Ｐ１ａ、Ｐ１ｂ、Ｐ１ｃ、Ｐ１ｄ、後列パネルではＰ２ａ、Ｐ２ｂ、Ｐ２ｃ、Ｐ２ｄ）。太陽電池パネルの中心を原点Ｏ（０，０，０）とする各四隅の位置ベクトルをＰａ、Ｐｂ、Ｐｃ、Ｐｄとする。

[0082] 前後の太陽電池パネルの間でできる影に関し、図９のように、前列の位置Ｐ１ａの点からの影が後列の位置Ｐ２ｃから位置Ｐ２ｄの線上のＫ点（位置ベクトルｋ）に来るように制御すると、

ｈＳ＝Ｐ１ａ－ｋ　　（式１）

となる。

ここで、図９中の各太陽電池パネルの四隅につけられた数字１，２はパネルの前後、Ｓは太陽の方向ベクトルを表す。

ｈＳベクトルのｚ成分は

ｈＳｚ＝Ｚｐ１ａ－Ｚｋ　　（式１’）

であり、この式の右辺の各項はベクトルＰ１ａ、ｋの各ベクトルのｚ成分を示す。

[0083] ここでジャイロ式では、ベクトルＰａ、Ｐｄ、およびベクトルＰｂ、Ｐｃのｚ成分が同じ値になることは南中時を除いてはないので、南中時以外では

Ｚｐ１ａ≠Ｚｐ１ｂ、　Ｚｐ１ｃ≠Ｚｐ１ｄ　　（式２）、

また、

Ｚｐ２ａ≠Ｚｐ２ｂ、　Ｚｐ２ｃ≠Ｚｐ２ｄ　　（式３）

となっている。

[0084] つまり、ジャイロ型では、ｘ軸回転によってｙ軸が地面とは平行ではなくなり（ｙ’軸、すなわち、地面とはｘ軸回転分の角度を地面に対して持つｙ軸）が東西方向の回転軸となるために、南北軸がある角度を持っている場合（北極と南極地点でのみゼロで通常は必ずある有限な角度を有する）には、南中時を除いて、このｙ’軸方向の回転によって線分Ｐ１ａＰ１ｂ、線分Ｐ１ｃＰ１ｄは地面に平行になることはない。またこれらの線分について、後列の太陽電池パネルも同じ回転角度を取るようにすれば、ある太陽方向ベクトル（太陽光）に対して生ずる影が後ろの太陽電池パネルに干渉することのないように、必ずある値をとることができる。

[0085] これにより、ジャイロ型では上記式により必ず図９に示すような影の干渉が起こらないように制御ができることとなる。このような影の干渉を避ける制御によれば、土地に日の当たらない部分が少なくできるので、敷地あたりの太陽光発電量を増大させることができる。

[0086] また、上記式を満たす値の求め方は特に限定されるものではないが、一例として、太陽の変動曲線を利用して求めることが考えられる。図１０に太陽の変動曲線の例を示す。時季、時刻による太陽の動きをプロットしたものであり、図１０では春分、冬至、夏至のときの太陽の動きをプロットしている。太陽はこのような変動曲線に沿って動くことになる。このため、ある時期

の太陽の位置（高度、方位角）を特定することができ、太陽光に対して垂直になるような発電パネルの調整角度も予め求めることができる。

[0087] このとき、各ヘリオスタット装置同士の配置間隔も決まっていれば、その時期に影の干渉が生じるかどうかも容易に求めることができる。

そして、影の干渉が生じないのであれば、前述したように太陽光に対して垂直になるように角度制御する。

[0088] 一方、影の干渉が生じるのであれば、上記の２つの条件を満たすように調整する。

１つ目の条件としては上記式１、式１’（ｚ成分）等を満たすような値を求め、影の干渉が消えるようにする。例えば午前８時の時点で太陽光に垂直に向けた場合に影の干渉が生じるとする。このとき、影の干渉を消すには、発電パネルを寝かせて、より水平になるようにすることが考えられる。

[0089] ここで、２つ目の条件についても同時に考察する。前述したように、太陽はこの変動曲線に従って動き、そのため、太陽光に対して垂直になるような発電パネルの調整角度も予め分かっている。また太陽光に対して発電パネルがより垂直に向いているほうが、エネルギー回収の面でより一層有効であり、地面の影の面積もより大きい。そこで、本発明者は、影の干渉を消すために発電パネルを寝かせる際、その日の太陽の動きに応じて角度調整すれば、地面の影の面積が比較的大きくなるようにすることができるし（すなわち、太陽光エネルギーをより効率良く回収できる）、また、より簡単に適切な角度を求められると考えた。

[0090] より具体的には、例えば、その日の午前１０時の時点での太陽の位置（高度、方位角）における太陽光に対して垂直に向く角度に調整することができる。このように太陽の変動曲線を考慮して調整すれば、影の干渉を消すために発電パネルの角度を大きく無駄に動かす必要もなく、かつ、地面にできる影の面積を大きく保つことができる。したがって、発電パネルではなく、地面に日が当たってしまう量を抑えることができ、太陽光エネルギーを効率よく回収することができる。

１つ目の条件を満たす角度は種々ある。しかし、地面への影の面積についてまで考慮し、特にはその影の面積が大きくなるように太陽の変動曲線を考慮すれば、太陽の動き、さらにはそのときの発電パネルの角度がある程度絞られるので、１つ目の条件も同時に満たす角度を容易に導き出すことができる。

[0091] 上記の、午前８時と午前１０時のときの影の干渉の有無の例を図１１に示す。分かりやすいように、太陽光、および前列の発電パネルの上部が形成する影の境界線を引いてある。各ヘリオスタット装置の発電パネルを午前８時の時点の太陽光に対して垂直に向けると、前列のパネル面のせいで、後列の他のパネル面に影が生じてしまう。しかし、各ヘリオスタット装置の発電パネルの角度をその日の午前１０時の時点での太陽光に対して垂直に向く角度に調整しておくと、午前８時において、影の干渉を防ぐことができる。

[0092] なお、午後においては、時間を遡るようにして角度調整をすると良い。まとめると、影の干渉が生じるときよりも、南中時側における高度および方位角に太陽が位置するときの太陽光に対して垂直になるような角度に調整すると良い。どの程度、南中時側にずらして角度調整するかはその都度決定すればよく、特に限定されるものではない。

[0093] これらの角度計算は、各ヘリオスタット装置の配置位置や太陽の変動曲線を利用しつつ、シミュレーションによって予め求めることができる。

したがって、その計算結果に基づいて予めプログラミングしておき、その時期、その時刻に応じて、影の干渉が生じるかどうかの判定および前述したような適切な角度調整を自動で行うことができる。

[0094] 本発明のようにジャイロ型のヘリオスタット装置の特性を生かしつつ発電パネルの角度制御を行うことによって、より確実に、前述したように固定型や経緯台式の装置と比較して、少ない敷地面積で多くの太陽光エネルギーを回収することができ、発電効率を格段に向上させることができる。

[0095] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的

に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

請求の範囲

[請求項1] 太陽光を反射する反射鏡または太陽電池パネルを１枚以上備え、前記反射鏡の反射面または前記太陽電池パネルのパネル面の角度を太陽の動きに追従させて調整するヘリオスタット装置であって、

前記反射鏡または前記太陽電池パネルを支持するフレームと、

該フレームを南北方向に回転させるための東西方向を軸方向とする仰角回転軸、及び前記フレームを東西方向に回転させるための南北方向を軸方向とする方位角回転軸を有し、前記仰角回転軸と前記方位角回転軸とが直交するジャイロ機構と、

該ジャイロ機構を介して前記フレームを支持する支柱とを備えており、

前記仰角回転軸を回転軸として、前記フレームと、前記反射鏡または前記太陽電池パネルとが一体的に南北方向に回転されることで、前記フレームに支持された反射鏡の反射面または太陽電池パネルのパネル面の南北方向の角度が調整されるものであり、

前記方位角回転軸を回転軸として、前記フレームと、前記反射鏡または前記太陽電池パネルとが一体的に東西方向に回転されることで、前記フレームに支持された反射鏡の反射面または太陽電池パネルのパネル面の東西方向の角度が調整されるものであり、

前記フレームと、該フレームに支持された前記反射鏡または前記太陽電池パネルとからなる発電パネルの重心が、前記ジャイロ機構の前記仰角回転軸と前記方位角回転軸とが直交する交点に一致しているものであることを特徴とするヘリオスタット装置。

[請求項2] 前記ジャイロ機構は、

長手方向が前記方位角回転軸に沿うように配置されている筒体と、

該筒体を長手方向に貫通しており、前記方位角回転軸上に位置する方位角回転シャフトと、

該貫通している方位角回転シャフトの両端同士を連結する連結カバ

ーと、

該連結カバーと前記フレームを連結する連結アームと、

前記筒体から短手方向に突き出ており、前記仰角回転軸上に位置する一対の仰角回転シャフトとを備えており、

前記支柱は、前記一対の仰角回転シャフトを軸回転可能に支持する軸受を備えており、

前記方位角回転軸上の前記方位角回転シャフトを回転軸として、前記連結カバーと前記連結アームと前記フレームとが一体的に東西方向に回転可能であり、

前記支柱の軸受上で、前記仰角回転軸上の前記一対の仰角回転シャフトを回転軸として、前記筒体と前記方位角回転シャフトと前記連結カバーと前記連結アームと前記フレームとが一体的に南北方向に回転可能なものであることを特徴とする請求項１に記載のヘリオスタット装置。

[請求項3] 前記ジャイロ機構は、前記フレームを南北方向に回転させるための仰角調整アクチュエータと、前記フレームを東西方向に回転させるための方位角調整アクチュエータとを備えているものであることを特徴とする請求項１または請求項２に記載のヘリオスタット装置。

[請求項4] 前記ジャイロ機構を作動させるための電力を供給する蓄電池をさらに備えているものであることを特徴とする請求項１から請求項３のいずれか一項に記載のヘリオスタット装置。

[請求項5] 前記蓄電池を充電するための補助太陽電池パネルをさらに備えているものであることを特徴とする請求項４に記載のヘリオスタット装置。

[請求項6] 前記反射鏡または太陽電池パネルを複数枚備えており、該複数枚の反射鏡または太陽電池パネルは１つの前記フレーム上に口の字型に配置されているものであることを特徴とする請求項１から請求項５のいずれか一項に記載のヘリオスタット装置。

[請求項7] 太陽電池パネルを１枚以上備えたヘリオスタット装置を地上に複数配置して、各々のヘリオスタット装置の前記太陽電池パネルのパネル面の角度を太陽の動きに追従させて調整しつつ太陽光発電を行う太陽光発電方法であって、

前記複数のヘリオスタット装置をジャイロ型のものとし、各々、前記太陽電池パネルのパネル面を太陽光に対して垂直に向けた場合に、該パネル面により、

他のヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面上に影が生じない時間帯では、

前記各ヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面の角度を太陽光に対して垂直に調整し、

他のヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面上に影が生じる時間帯では、

前記各ヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面の影が、前記他のヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面から外れて地面に生じるようにするとともに、該地面に生じる影の面積の大きさに基づいて、前記各ヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面の角度を調整し、

太陽光発電を行うことを特徴とする太陽光発電方法。

[請求項8] 前記他のヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面上に影が生じる時間帯に、前記各ヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面の角度を調整するとき、

太陽高度および方位角の変動曲線に従い、前記他のヘリオスタット装置の太陽電池パネルのパネル面上に影が生じるときよりも、南中時側における高度および方位角に太陽が位置するときの太陽光に対して垂直になるようなパネル面の角度に調整することを特徴とする請求項７に記載の太陽光発電方法。

[請求項9] 前記ヘリオスタット装置を配置するとき、

前記太陽電池パネルをフレームにより支持し、

該フレームを南北方向に回転させるための東西方向を軸方向とする仰角回転軸、及び前記フレームを東西方向に回転させるための南北方向を軸方向とする方位角回転軸を有し、前記仰角回転軸と前記方位角回転軸とが直交するジャイロ機構を備え、

該ジャイロ機構を介して前記フレームを支柱により支持し、

前記フレームと、該フレームに支持された前記太陽電池パネルとからなる発電パネルの重心を、前記ジャイロ機構の前記仰角回転軸と前記方位角回転軸とが直交する交点に一致させるようにし、

前記太陽電池パネルのパネル面の角度を調整するとき、

前記仰角回転軸を回転軸として、前記フレームと、前記太陽電池パネルとを一体的に南北方向に回転することで、前記フレームに支持された太陽電池パネルのパネル面の南北方向の角度を調整し、

前記方位角回転軸を回転軸として、前記フレームと、前記太陽電池パネルとを一体的に東西方向に回転することで、前記フレームに支持された太陽電池パネルのパネル面の東西方向の角度を調整することを特徴とする請求項７または請求項８に記載の太陽光発電方法。

[請求項10] 前記ジャイロ機構として、

長手方向が前記方位角回転軸に沿うように配置されている筒体と、

該筒体を長手方向に貫通しており、前記方位角回転軸上に位置する方位角回転シャフトと、

該貫通している方位角回転シャフトの両端同士を連結する連結カバーと、

該連結カバーと前記フレームを連結する連結アームと、

前記筒体から短手方向に突き出ており、前記仰角回転軸上に位置する一対の仰角回転シャフトとを備えたものを配設し、

前記支柱として、前記一対の仰角回転シャフトを軸回転可能に支持する軸受を備えたものを配設し、

前記太陽電池パネルのパネル面の角度を調整するとき、

前記方位角回転軸上の前記方位角回転シャフトを回転軸として、前記連結カバーと前記連結アームと前記フレームとを一体的に東西方向に回転し、

前記支柱の軸受上で、前記仰角回転軸上の前記一対の仰角回転シャフトを回転軸として、前記筒体と前記方位角回転シャフトと前記連結カバーと前記連結アームと前記フレームとを一体的に南北方向に回転することを特徴とする請求項９に記載の太陽光発電方法。

[請求項11] 前記太陽電池パネルのパネル面の角度を調整するとき、

前記フレームを南北方向に回転させるための仰角調整アクチュエータと、前記フレームを東西方向に回転させるための方位角調整アクチュエータとを用いて行うことを特徴とする請求項９または請求項１０に記載の太陽光発電方法。

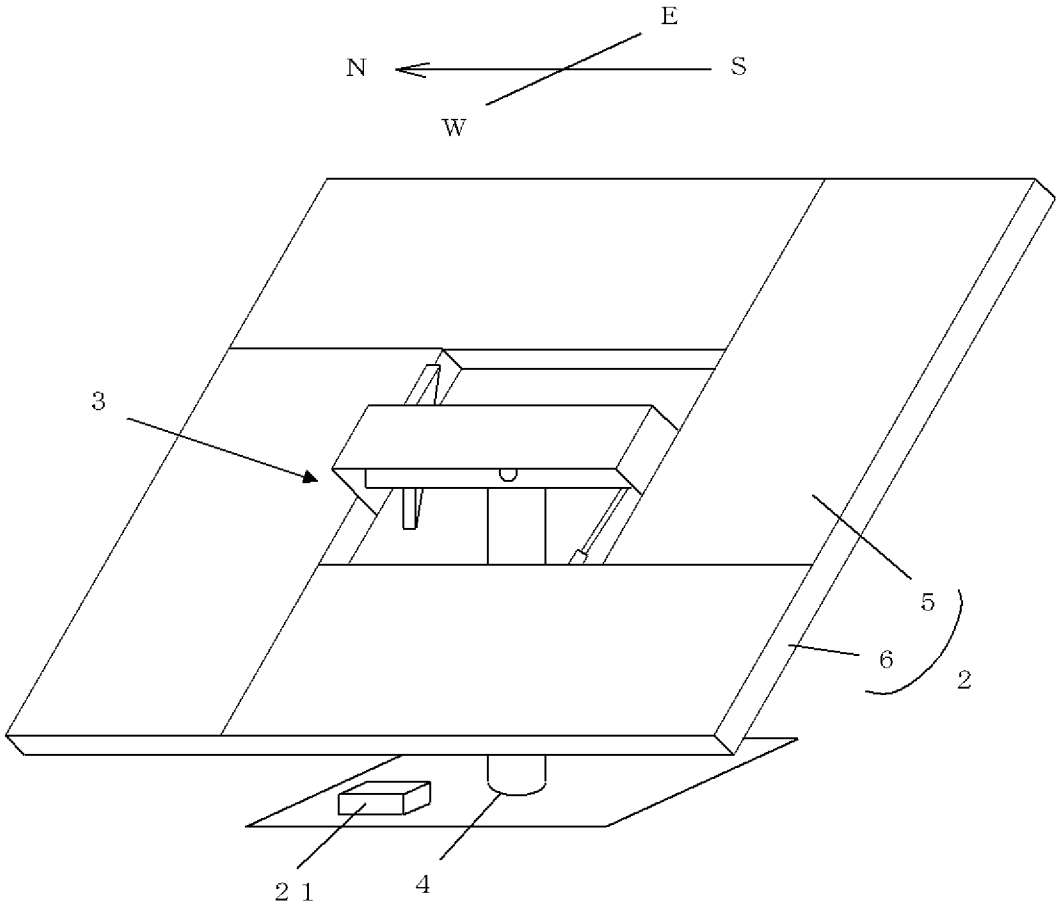
[請求項12] 前記ヘリオスタット装置に蓄電池をさらに配設し、該蓄電池から電力を供給して前記ジャイロ機構を作動させることを特徴とする請求項９から請求項１１のいずれか一項に記載の太陽光発電方法。

[請求項13] 前記ヘリオスタット装置に補助太陽電池パネルをさらに配設し、該補助太陽電池パネルにより前記蓄電池を充電することを特徴とする請求項１２に記載の太陽光発電方法。

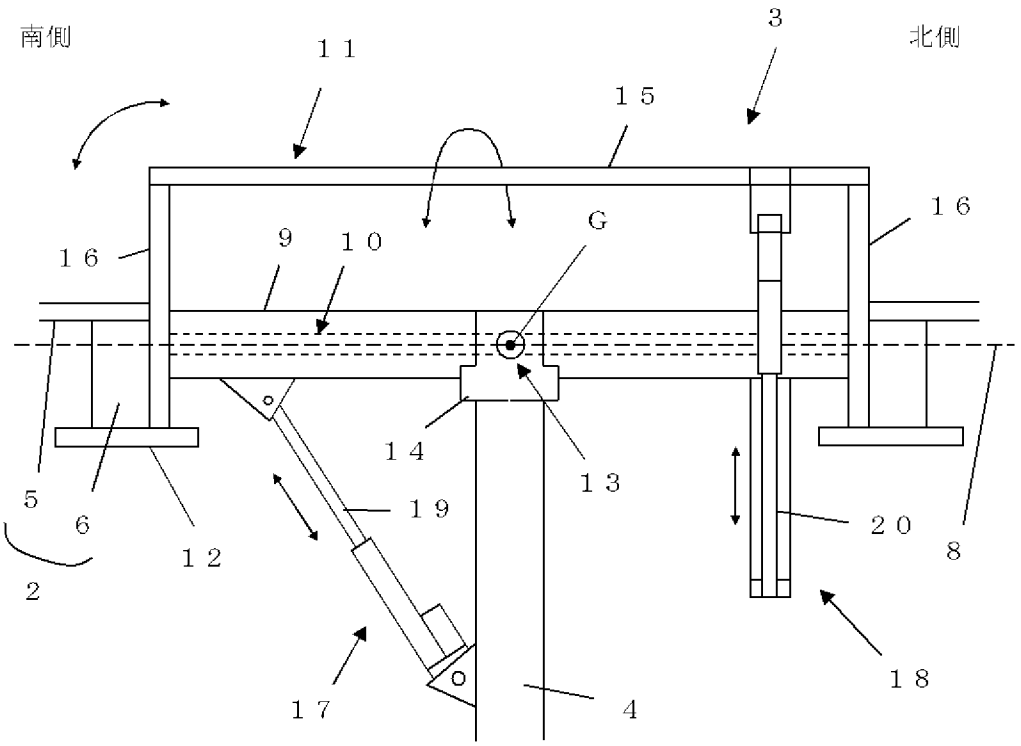
[請求項14] 前記ヘリオスタット装置を配置するとき、

前記太陽電池パネルを複数枚用意し、該複数枚の太陽電池パネルを１つの前記フレーム上に口の字型に配置することを特徴とする請求項９から請求項１３のいずれか一項に記載の太陽光発電方法。

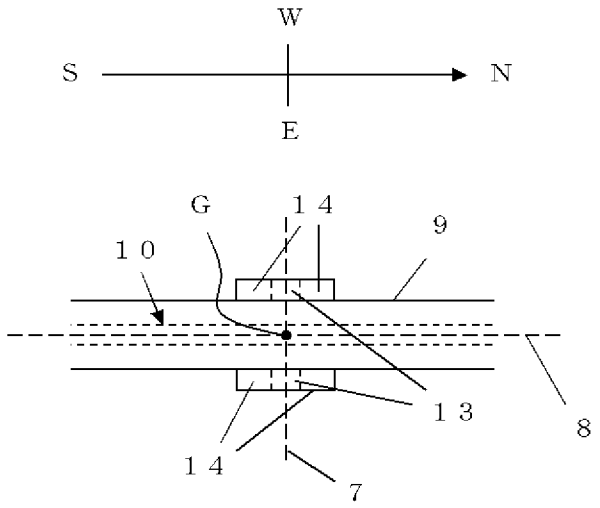
[図1]



[図2]

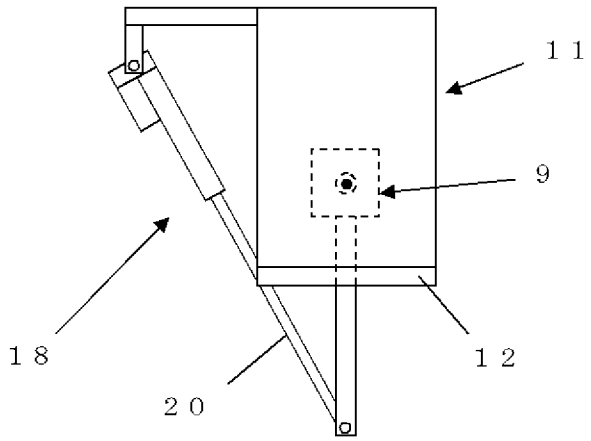


[図3]



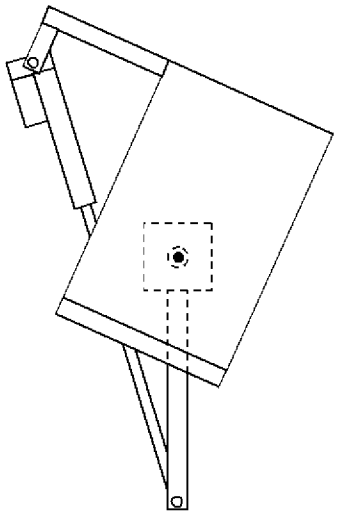
[図4]

東側 西側

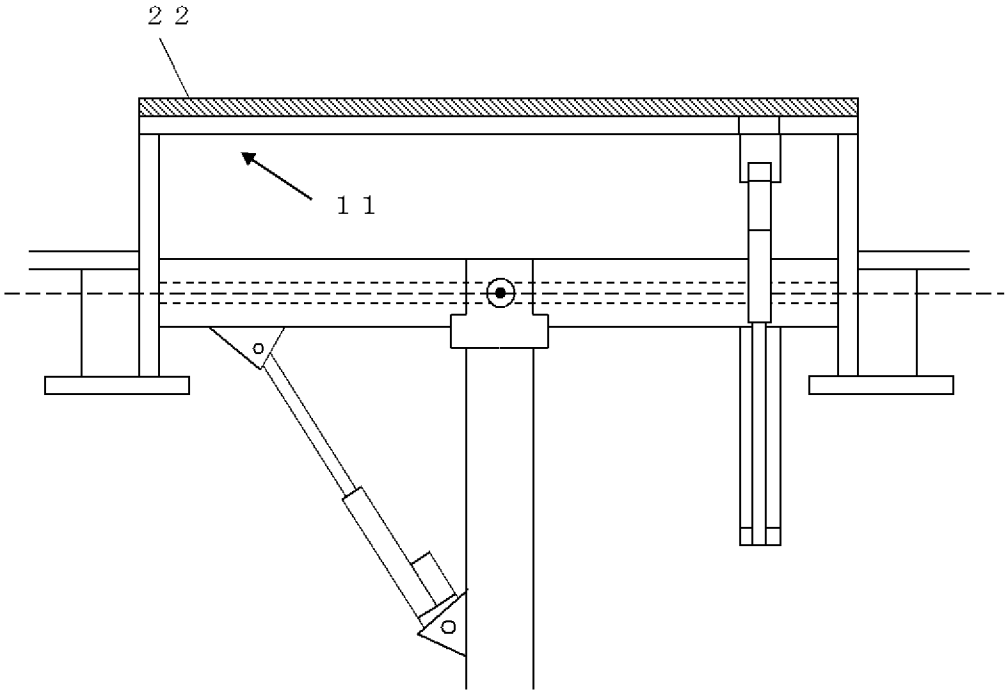


[図5]

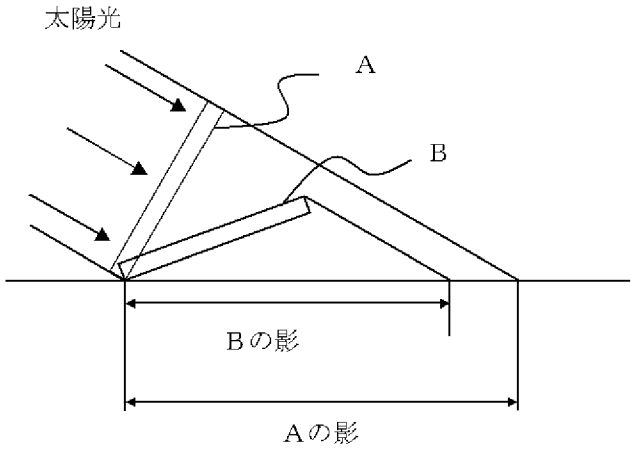
東側 西側



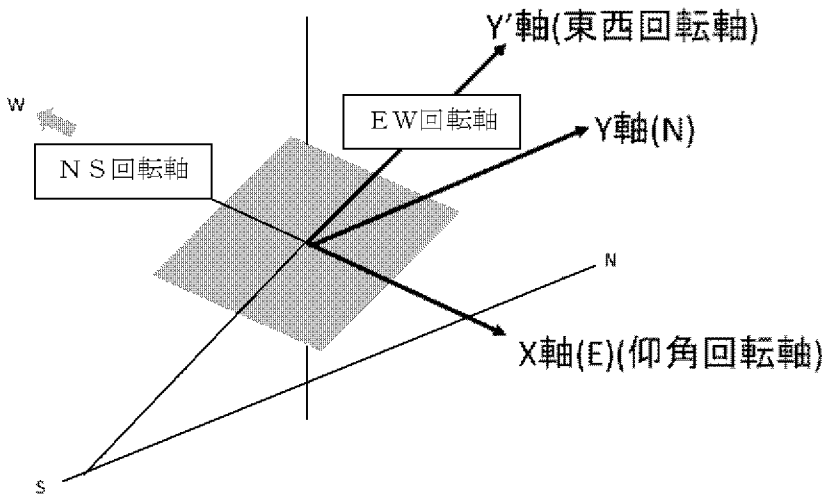
[図6]



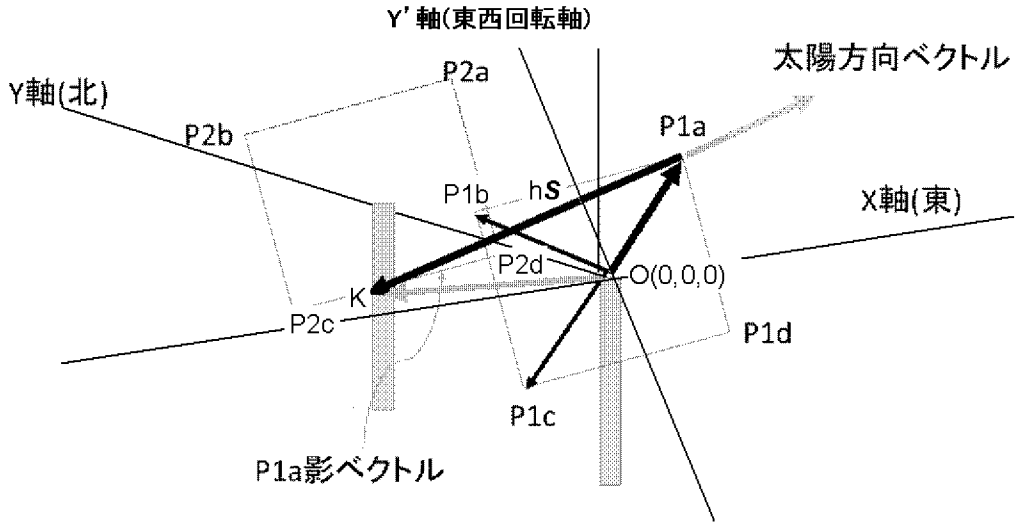
[図7]



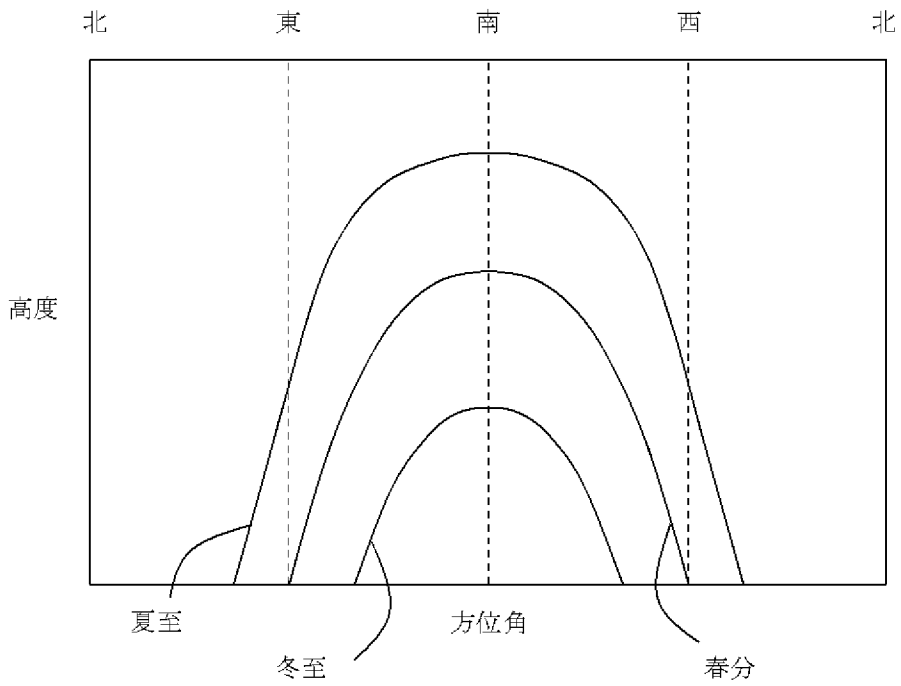
[図8]



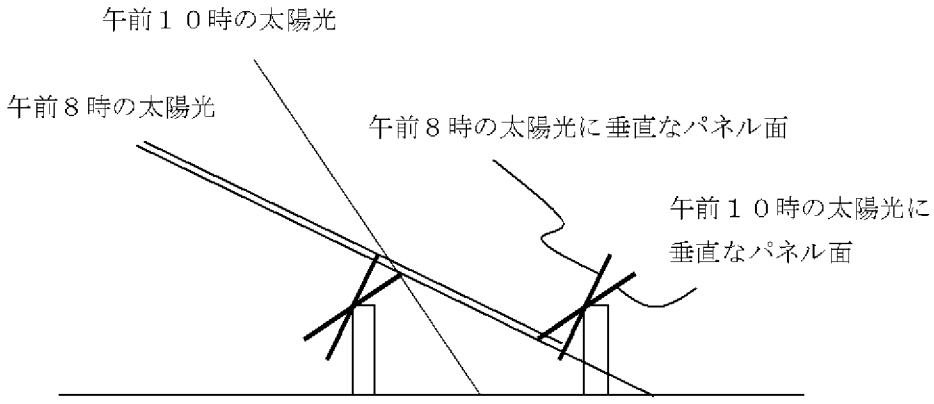
[図9]


Y'軸(東西回転軸)
太陽方向ベクトル
Y軸(北)
P2a
P2b
P1a
P1b
hS
X軸(東)
P2d
O(0,0,0)
K
P2c
P1d
P1c
P1a影ベクトル

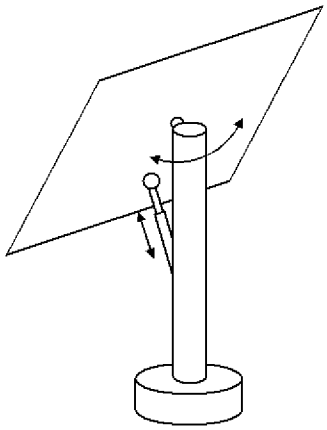
[図10]


北
東
南
西
北
高度
夏至
冬至
方位角
春分

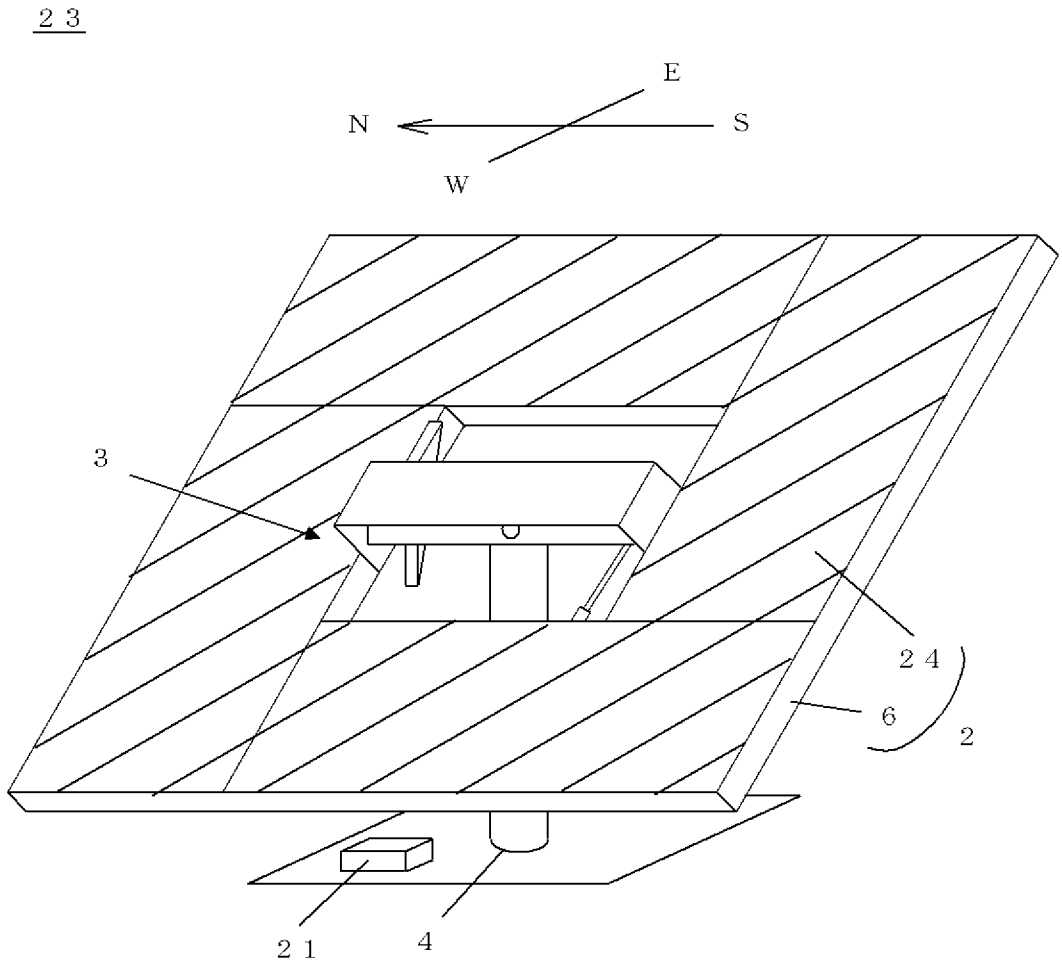
[図11]


午前１０時の太陽光
午前８時の太陽光
午前８時の太陽光に垂直なパネル面
午前１０時の太陽光に
垂直なパネル面

[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/023091

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F24J2/38(2014.01)i, *F24J2/16*(2006.01)i, *H02S20/32*(2014.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F24J2/38, F24J2/16, H02S20/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2014/071683 A1 (LIU, Jianzhong), 15 May 2014 (15.05.2014), page 5, line 9 to page 8, line 5; fig. 1 to 3 & CN 102968125 A & CN 103324204 A & CN 203312327 U	1-3 4-14
Y	WO 2015/037230 A1 (SolarFlame Corp.), 19 March 2015 (19.03.2015), paragraphs [0111] to [0115] & JP 2015-118360 A & US 2016/0226437 A1 & EP 3045838 A1 paragraphs [0190] to [0195]	4-6,12-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
07 September 2017 (07.09.17)	26 September 2017 (26.09.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/023091

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-225650 A (Topper Sun Energy Technology Co., Ltd.), 31 October 2013 (31.10.2013), paragraphs [0030] to [0034]; fig. 1 to 2 & US 2013/0276862 A1 & EP 2657623 A2 paragraphs [0027] to [0030]; fig. 1 to 2 & TW 201344131 A & KR 10-2013-0119337 A & RU 2013115525 A	6,14
Y	JP 2011-66030 A (Mitsubishi Electric Corp.), 31 March 2011 (31.03.2011), paragraphs [0014] to [0018]; fig. 3, 4, 7 (Family: none)	7-14
A	WO 2013/129177 A1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 06 September 2013 (06.09.2013), paragraphs [0120] to [0126]; fig. 3, 9 to 10 & US 2015/0000278 A1 paragraphs [0154] to [0160]; fig. 3, 9 to 10	1-14
A	JP 2004-235284 A (Daido Steel Co., Ltd.), 19 August 2004 (19.08.2004), paragraphs [0009] to [0013]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-14
A	JP 3158018 U (Suntop Solar Energy Co., Ltd.), 11 March 2010 (11.03.2010), paragraphs [0010] to [0012], [0022]; fig. 2, 7, 10 & US 2011/0132352 A1 & EP 2336673 A2 paragraphs [0010] to [0012], [0018]; fig. 2, 7, 10 & TW 00M378286 U	1-14
A	US 4586488 A (NOTO, Vincent H.), 06 May 1986 (06.05.1986), abstract & AU 5413586 A	1-14
A	DE 102008023549 A1 (DIECKMANN, Klaus E.), 19 November 2009 (19.11.2009), abstract (Family: none)	1-14
A	JP 2014-527794 A (Morgan Solar Inc.), 16 October 2014 (16.10.2014), paragraphs [0040] to [0041] & US 2013/0319508 A1 & WO 2013/024369 A1 paragraphs [0040] to [0041] & CN 103858336 A	1,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/023091

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-205762 A (Mitsubishi Electric Corp.), 16 September 2010 (16.09.2010), paragraphs [0016] to [0024]; fig. 9 to 11 (Family: none)	7
P,A	JP 2017-28907 A (Yutaka TAMAURA), 02 February 2017 (02.02.2017), abstract; paragraphs [0024] to [0042] (Family: none)	7-14

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０２３０９１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F24J2/38(2014.01)i, F24J2/16(2006.01)i, H02S20/32(2014.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F24J2/38, F24J2/16, H02S20/32

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	WO 2014/071683 A1 (劉　建中) 2014.05.15, 第５頁第９行-第８頁第５行, 図1-3 & CN 102968125 A & CN 103324204 A & CN 203312327 U	1-3 4-14
Y	WO 2015/037230 A1 (株式会社Ｓｏｌａｒ Ｆｌａｍｅ) 2015.03.19, 段落[0111]-[0115] & JP 2015-118360 A & US 2016/0226437 A1 & EP 3045838 A1, 段落[0190]-[0195]	4-6, 12-14

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０７．０９．２０１７	国際調査報告の発送日 ２６．０９．２０１７
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｌ　３８２９ 柳本　幸雄 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３３７

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2013-225650 A (上陽能源科技有限公司) 2013.10.31, 段落[0030]-[0034], 図 1-2 & US 2013/0276862 A1 & EP 2657623 A2, 段落[0027]-[0030], 図 1-2 & TW 201344131 A & KR 10-2013-0119337 A & RU 2013115525 A	6, 14
Y	JP 2011-66030 A (三菱電機株式会社) 2011.03.31, 段落[0014]-[0018], 図 3, 4, 7 (ファミリーなし)	7-14
A	WO 2013/129177 A1 (三菱重工業株式会社) 2013.09.06, 段落[0120]-[0126], 図 3, 9-10 & US 2015/0000278 A1, 段落[0154]-[0160], 図 3, 9-10	1-14
A	JP 2004-235284 A (大同特殊鋼株式会社) 2004.08.19, 段落[0009]-[0013], 図 1-3 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 3158018 U (千布太陽能股ふん有限公司) 2010.03.11, 段落[0010]-[0012], [0022], 図 2, 7, 10 & US 2011/0132352 A1 & EP 2336673 A2, 段落[0010]-[0012], [0018], 図 2, 7, 10 & TW 00M378286 U	1-14
A	US 4586488 A (NOTO, Vincent H.) 1986.05.06, 要約 & AU 5413586 A	1-14
A	DE 102008023549 A1 (DIECKMANN, Klaus E.) 2009.11.19, 要約 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2014-527794 A (モーガン　ソーラー　インコーポレーテッド) 2014.10.16, 段落[0040]-[0041] & US 2013/0319508 A1 & WO 2013/024369 A1, 段落[0040]-[0041] & CN 103858336 A	1, 9
A	JP 2010-205762 A (三菱電機株式会社) 2010.09.16, 段落[0016]-[0024], 図 9-11 (ファミリーなし)	7
P, A	JP 2017-28907 A (玉浦　裕) 2017.02.02, 要約, 段落[0024]-[0042] (ファミリーなし)	7-14