

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **237238**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **432521**

(22) Data zgłoszenia: **08.01.2020**

(51) Int. Cl.
H02S 20/21 (2014.01)
H02S 20/30 (2014.01)

(54) **Mechanizm mocowania panelu fotowoltaicznego na pionowej powierzchni,
zwłaszcza ekranu akustycznego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
07.09.2020 BUP 19/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
22.03.2021 WUP 06/21

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
WITOLD STĘPNIEWSKI, Lublin, PL
BERNARD POŁĘDNIK, Lublin, PL
AGATA ZDYB, Lublin, PL
ŁUKASZ GUZ, Lublin, PL
KRZYSZTOF PRZYSTUPA, Młocin, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Maciej Nowicki

PL 237238 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest mechanizm mocowania panelu fotowoltaicznego na pionowej powierzchni, zwłaszcza ekranu akustycznego, który jest instalowany przy autostradach i drogach szybkiego ruchu w celu ochrony przed hałasem oraz zanieczyszczeniami powietrza emitowanymi przez pojazdy.

Konwersja energii promieniowania słonecznego w modułach fotowoltaicznych pozwala na wytwarzanie energii elektrycznej. Takie generowanie energii elektrycznej może być uzupełniającą alternatywą dla tradycyjnych metod opartych na spalaniu paliw kopalnych, podczas stosowania których emitowane są do atmosfery znaczące ilości szkodliwych spalin. Stosowanie modułów fotowoltaicznych wymaga dużych, płaskich i odpowiednio pochylonych powierzchni np. powierzchni dachów lub ścian budynków. Ekran akustyczny, które dość powszechnie stawiane są wzdłuż autostrad i dróg i które mają relatywnie dużą powierzchnię mogą być dodatkowo wykorzystane do instalowania modułów fotowoltaicznych. Pewnym problemem jest jednak to, że ekrany te są zazwyczaj w postaci pionowych absorbujących hałas ścian, a moduły fotowoltaiczne powinny być nachylone pod odpowiednim kątem, aby przejmować jak najwięcej energii padającego promieniowania słonecznego.

Dotychczas znane są różne rozwiązania mechanizmów mocowania paneli fotowoltaicznych. Opis zgłoszenia patentowego nr CN109347416 (A) przedstawia mechanizm obracający moduł fotowoltaiczny, który składa się z płyty montażowej, obrotowej tarczy, trzpienia nośnego połączonego z ramą modułu fotowoltaicznego i siłownika. Obrót modułu fotowoltaicznego zapewnia korbówód, którego górny koniec jest ruchomo połączony z ramą modułu, a dolny koniec jest ruchomo połączony z kulistym blokiem ślizgowym w płycie montażowej.

W opisie patentu nr CN104601100 (B) i zgłoszenia wzoru użytkowego nr CN204392160 (U) przedstawiony jest mechanizm podtrzymujący rozkładane panele fotowoltaiczne, w którym moduły połączone są zawiasowo z podłożem i między sobą. Są one również połączone obrotowo z wysuwającym trzpieniem rozkładającym panele fotowoltaiczne.

Z opisu zgłoszenia patentowego nr CN108964594 (A) znane jest rozwiązanie mechanizmu poruszającego panel fotowoltaiczny. Panel ten jest montowany na cokole, na podłożu ustawionym pod odpowiednim kątem zależnym od szerokości geograficznej i osadzony jest na obracającym się trzpieniu. Trzpień ten wkręca się w cylinder prowadzący i jest on połączony z wałem silnika napędowego.

Opis zgłoszenia patentowego nr CN107707189 (A) przedstawia mechanizm ustawiania wielu paneli fotowoltaicznych zawiasowo przymocowanych do ściany i połączonych za pomocą pionowego elementu nastawiającego. Podobne rozwiązanie przedstawia opis wzoru użytkowego nr CN201809912 (U) prezentujący mechanizm do rozkładania ruchomej osłony przeciwsłonecznej pokrytej fotowoltaiczną powierzchnią. Fotowoltaiczna osłona przeciwsłoneczna zamocowana jest obrotowo na ścianie. Jej rozsuwanie odbywa się poprzez popychacz i wałek łączący, przy czym popychacz połączony jest z urządzeniem napędowym.

Opis zgłoszenia wzoru użytkowego nr CN209313778 (U) przedstawia mechanizm regulowanej podpory panelu fotowoltaicznego. Zasadniczymi elementami są: silnik, przekładnia redukcyjna, płyta wsporcza, nastawny trzpień oraz sprężyny. Wał silnika zainstalowanego w ramie podstawy połączony jest z przekładnią redukcyjną, a ta z nastawnym trzpieniem. Odpowiednie ustawienie podpory panelu fotowoltaicznego jest zależne od długości trzpienia, którego wysunięcie ograniczają dwie sprężyny. Pokrewne rozwiązanie przedstawione jest w zgłoszeniu patentowym nr CN107749734 (A), w którym opisany jest mechanizm regulacji kąta nachylenia panelu fotowoltaicznego z elementem śrubowym podnoszącym lub opuszczającym jeden z jego końców.

W zgłoszeniu wzoru użytkowego nr CN203192810 (U) przedstawiony jest mechanizm montowania panelu fotowoltaicznego, w którym panel nie jest osadzony w ramie nośnej. Składa się on z belek instalacyjnych oraz odpowiednio ukształtowanych elementów mocujących i dociskowych.

Opis zgłoszenia patentowego nr CN107425794 (A) przedstawia mechanizm mocowania panelu fotowoltaicznego, który zapewnia jego optymalne ustawienie względem położenia słońca. Charakteryzuje się on tym, że zawiera więcej niż jeden element w kształcie łuku przymocowany do ramy nośnej po przeciwnej stronie osi obrotu ramy. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwe jest odpowiednie ustawianie panelu fotowoltaicznego.

Opis wzoru użytkowego nr CN206658176 (U) przedstawia obrotowy mechanizm napędowy ustawiający panel fotowoltaiczny prostopadle do kąta padania światła słonecznego. Mechanizm ten zawiera

poziomo ustawiony obrotowy wał, do którego przymocowany jest panel fotowoltaiczny i który to wał jest obracany zgodnie ze zmianą położenia słońca.

Opis zgłoszenia wzoru użytkowego nr CN202564381 (U) przedstawia mechanizm ręcznego ustawienia panelu fotowoltaicznego, który zawiera przekładnię ślimakową pozwalającą skierować powierzchnię aktywną panelu prostopadle do kierunku padających promieni słonecznych.

W zgłoszeniu wzoru użytkowego nr CN206313722 (U) opisany jest mechanizm jednoczesnej regulacji ustawienia kilku paneli fotowoltaicznych. Panele te są osadzone w ramach, których trójkątne wsporniki połączone są za pomocą wału napędzanego przez silnik krokowy ze sprzęgłem oraz z przekładnią planetarną. Ustawienie paneli jest zmieniane w zależności od intensywności dochodzącego światła słonecznego.

Opis zgłoszenia patentowego nr CN110086414 (A) przedstawia mechanizm efektywnej regulacji ustawienia grupy paneli fotowoltaicznych w kierunku słońca. Mechanizm zawiera ułożyskowaną ramę usztywniającą, na której zamontowane są panele fotowoltaiczne i której jeden z końców wyposażony jest w koło podporowe umieszczone w odpowiednio wygiętym torze. Na skutek zmiany długości połączonego z ramą siłownika i konsekwentny ruch koła podporowego po torze następuje zmiana ustawienia paneli fotowoltaicznych.

Opis zgłoszenia patentowego nr CN109962675 (A) przedstawia mechanizm pozwalający na łatwe rozkładanie i składanie paneli fotowoltaicznych zamocowanych na teleskopowej ramie. Dzięki zastosowaniu ruchomego korbowału możliwe jest również ustawianie paneli pod optymalnym kątem do kierunku padającego promieniowania słonecznego.

W zgłoszeniu patentowym nr CN109831150 (A) opisany jest mechanizm, który oprócz zmiany ustawienia modułu fotowoltaicznego ze zmianą położenia słońca stabilizuje także jego temperaturę za pomocą zainstalowanego pod modułem wentylatora.

Opis zgłoszenia patentowego nr CN109768763 (A) i wzoru użytkowego nr CN209299201 (U) przedstawia jednoosiowy mechanizm pozwalający na śledzenie położenia słońca i dopasowanie ustawienia zespołu paneli fotowoltaicznych. Zasadniczym elementem mechanizmu jest przekładnia, w której wał transmisyjny przekazuje napęd na uzębione elementy o kołowym kształcie, do których przymocowana jest rama nośna paneli fotowoltaicznych.

Opis zgłoszenia wzoru użytkowego nr CN209389999 (U) przedstawia mechanizm do regulacji położenia zespołu paneli fotowoltaicznych który charakteryzuje się tym, że zawiera poziomą podstawę i wspornik do regulacji kąta nachylenia paneli. Regulacja tego kąta jest możliwa dzięki prostemu układowi śrubowo zawiasowemu zmieniającymi położenie wspornika.

W opisie zgłoszenia wzoru użytkowego nr CN209267506 (U) przedstawiony jest obrotowy mechanizm ustawiania paneli fotowoltaicznych, który charakteryzuje się tym, że składa się z podstawy, obrotowych płyt, silnika napędzającego wał z gwintem i osadzonego na nim ruchomego wspornika podtrzymującego panele. Zmiana ustawienia paneli następuje na skutek wkręcania albo odkręcania wału w tulei wspornika.

Opis zgłoszenia wzoru użytkowego nr CN209120111 (U) przedstawia urządzenie do sterowania położeniem zespołu paneli fotowoltaicznych, które składa się z silnika połączonego przekładnią zębatą z ramą obracającą synchronicznie panele w płaszczyźnie poziomej. Oddzielne silniki obracają panele w płaszczyźnie pionowej.

W zgłoszeniu patentowym nr CN109167562 (A) oraz w zgłoszeniu wzoru użytkowego nr CN208890732 (U) opisany jest dwuosiowy samonaprowadzający mechanizm, który obraca panel fotowoltaiczny zarówno w płaszczyźnie poziomej jak i pionowej ustawiając go optymalnie do kierunku padania promieni słonecznych. Ustawienie paneli regulowane jest w układzie zamkniętym ze sprzężeniem zwrotnym.

Opis zgłoszenia patentowego nr CN108832707 (A) przedstawia bioniczny mechanizm ustawiania panelu fotowoltaicznego symulującego podążanie słonecznika za słońcem. Z kolei zgłoszenie wzoru użytkowego nr CN208174622 (U) opisuje mechanizm przechylania płyty panelu fotowoltaicznego zawierający elastyczne wsporniki.

Dotychczas znane są różne możliwości niestandardowego wykorzystania ekranów akustycznych i montowania na nich paneli fotowoltaicznych o stałym lub regulowanym kącie nachylenia.

W opisie zgłoszenia wzoru użytkowego nr CN208369513 (U) przedstawiono rozwiązanie ekranu akustycznego, którego pionowa dolna część absorbuje fale dźwiękowe. W nachylonej pod odpowiednim kątem górnej części zamontowane są panele fotowoltaiczne generujące prąd elektryczny.

W opisach zgłoszeń wzorów użytkowych nr CN204780664 (U) i CN204510041 (U) przedstawione są również rozwiązania, w których moduły fotowoltaiczne montowane są w górnej części ekranu akustycznego na ramach nachylonych pod ustalonym, odpowiednim kątem. Wytwarzana energia elektryczna może być magazynowana lub oddawana do sieci elektroenergetycznej.

Opis zgłoszenia patentowego nr EP2363531 (A2) przedstawia ekran akustyczny, który jest odchylony od pionu i zwrócony w kierunku padania promieni słonecznych. Na zewnętrznej powierzchni ekranu zamontowane są moduły fotowoltaiczne, a pionowa powierzchnia jego podpory tłumi hałas.

Ekran akustyczny przedstawiony w opisie zgłoszenia patentowego nr EP0784123 (A1) ma umieszczone w poziomych rzędach daszki nachylone pod ustalonym kątem, a na nich zamontowane są moduły fotowoltaiczne. Dodatkowo na górnej krawędzi ekranu zamontowany jest daszek o większym rozmiarze, nachylony pod takim samym kątem i również pokryty modułami fotowoltaicznymi. Pomiedzy każdym modułem a jego mocowaniem znajduje się dystansująca warstwa sprężysta.

Z opisu zgłoszenia patentowego nr CN105926475 (A) oraz zgłoszenia wzoru użytkowego nr CN205775909 (U) znane jest rozwiązanie, w którym moduły fotowoltaiczne montowane są na wierzchu pionowych słupów ekranu akustycznego. Moduły te umieszczane są na trójkątnym stelażu, którego boczne ramiona nachylone są po obydwu stronach ekranu.

W zgłoszeniu patentowym nr CN108560433 (A) opisany jest ekran do zmniejszania poziomu ulicznego hałasu, z którym połączona jest rama nośna konstrukcji wspierającej moduły fotowoltaiczne. Rama ta usytuowana jest przed ekranem akustycznym. Regulacja kąta nachylenia modułów odbywa się poprzez obrotowy wał, który połączony jest z ramą nośną. Podobne rozwiązanie przedstawione jest w zgłoszeniu patentowym nr CN108221727 (A), w którym do dźwiękochłonnego ekranu zamocowana jest zawiasowo rama z modułami fotowoltaicznymi. Rama ta odchylona jest od pionu pod odpowiednim kątem zależnym od kierunku padającego promieniowania słonecznego.

Celem wynalazku jest efektywniejsze uzyskiwanie energii elektrycznej, której źródłem są panele fotowoltaiczne. Dodatkowym celem jest zmniejszenie hałasu powstającego przy drogach szybkiego ruchu i autostradach oraz izolacja od spalin i innych zanieczyszczeń emitowanych przez pojazdy.

Przedmiotem wynalazku jest mocowania panelu fotowoltaicznego na pionowej powierzchni, zwłaszcza ekranu akustycznego. Jego istotą jest to że składa się z podstawy, na której pionowej powierzchni zamocowany jest mechanizm obracający główną oś, do której zamocowana jest środkowa część ramy nośnej składającej się z listwy nośnej, do której każdego z końców zamocowana jest listwa mocująca. Do jednego z końców każdej listwy mocującej zamocowany jest za pomocą pierwszej osi pierwszy koniec pierwszego ramienia, do którego drugiego końca zamocowany jest za pomocą drugiej osi bok ramy panelu fotowoltaicznego. Do środkowej części listwy mocującej zamocowany jest za pomocą trzeciej osi pierwszy koniec drugiego ramienia, którego drugi koniec zamocowany jest do boku ramy panelu fotowoltaicznego za pomocą czwartej osi. Pomiedzy ramą nośną a bokiem ramy panelu fotowoltaicznego zamocowany jest siłownik. Mechanizm obracający główną oś i siłownik połączone są z modułem sterująco-zasilającym. Korzystnie do pierwszej osi i drugiej osi zamocowane są końce siłownika. Wskazane jest, gdy siłownik składa się z silnika elektrycznego, którego wał sprzężony jest z gwintowanym trzpieniem umieszczonym w nakrętce, która zamocowana jest obrotowo powierzchnią boczną zewnętrzną do drugiej osi. Alternatywnie moduł sterująco-zasilający połączony jest z czujnikiem nasłonecznienia lub z czujnikiem parametrów meteorologicznych.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest to, że dzięki mechanizmowi mocowania panelu fotowoltaicznego możliwa jest efektywniejsza konwersja promieniowania słonecznego na energię elektryczną niż w panelu zamocowanym na stałe. Dzięki mocowaniu na krawędziach ekranów akustycznych panele fotowoltaiczne ustawiane są nie tylko w zależności od kierunku padania promieni słonecznych, ale również w sposób chroniący je przed ekstremalnymi warunkami atmosferycznymi takimi jak silny wiatr, grad itp.

W przypadku ekranów akustycznych instalowanych przy autostradach i drogach szybkiego ruchu górna ich powierzchnia jest podstawą dla przedstawionego mechanizmu mocowania paneli fotowoltaicznych. Tak zamocowane panele fotowoltaiczne umożliwiają produkcję energii elektrycznej wykorzystywanej np. do oświetlania autostrad i dróg. Zastosowanie czujników nasłonecznienia umożliwia takie skonfigurowanie położenia paneli fotowoltaicznych, żeby nie był do tego celu konieczny pobór prądu z sieci. Z kolei zastosowanie czujników parametrów meteorologicznych umożliwia ustawianie paneli fotowoltaicznych w taki sposób, aby ochronić je przed działaniem niszczących zjawisk meteorologicznych. Korzystne jest również to, że dzięki relatywnie szybkiemu dojazdowi i bezproblemowemu dostępowi ułatwione jest ich serwisowanie.

Urządzenie według wynalazku w przykładzie wykonania zostało przedstawione na rysunku, na którym poszczególne figury przedstawiają:

fig. 1 – widok perspektywiczny urządzenia w pozycji wyjściowej,

fig. 2 – widok perspektywiczny urządzenia w pozycji umiejscowienia panelu pod kątem ostrym do pionowej powierzchni,

fig. 2a – szczegół A urządzenia,

fig. 2b – widok z boku urządzenia w pozycji umiejscowienia panelu pod kątem ostrym do pionowej powierzchni,

fig. 3 – widok perspektywiczny urządzenia w pozycji umiejscowienia panelu pod kątem prostym do pionowej powierzchni,

fig. 4 – widok perspektywiczny urządzenia w pozycji umiejscowienia panelu pod kątem prostym do pionowej powierzchni i obróconego względem osi głównej,

fig. 5 – widok perspektywiczny urządzenia w pozycji całkowitego rozłożenia.

Mechanizm mocowania panelu fotowoltaicznego na pionowej powierzchni, zwłaszcza ekranu akustycznego, w którym panel fotowoltaiczny jest w ramie posiadającej dwa równoległe boki w przykładzie wykonania składa się z podstawy 1, na której pionowej powierzchni zamocowany jest mechanizm obracający 2 główną oś 2a. Mechanizm obracający 2 składa się z elektrycznego silnika o mocy 750 W z przekładnią zębatą i liniowego siłownika TMA 200 firmy Servomech. Do głównej osi 2a zamocowana jest środkowa część ramy nośnej 3, która składa się z listwy nośnej 3a, do której każdego z końców zamocowana jest listwa mocująca 3b. Do jednego z końców każdej listwy mocującej 3b zamocowany jest za pomocą pierwszej osi pierwszy koniec pierwszego ramienia 4, do którego drugiego końca zamocowany jest za pomocą drugiej osi bok ramy panelu fotowoltaicznego 5, którym jest moduł fotowoltaiczny JKM380M-72 firmy JinKO Solar. Do środkowej części listwy mocującej 3b zamocowany jest za pomocą trzeciej osi pierwszy koniec drugiego ramienia 6, którego drugi koniec zamocowany jest do boku ramy panelu fotowoltaicznego 5 za pomocą czwartej osi. Do pierwszej osi i drugiej osi zamocowane są końce siłownika 7 z elektrycznym silnikiem 7a, którym jest silnik krokowy 60HS100-3504A08-D24 produkowany przez ShenZhen HSM stepper Motor Electric Co., Ltd. Wał silnika 7a sprzężony jest z gwintowanym trzpieniem 7b umieszczonym w nakrętce 7c, która zamocowana jest obrotowo powierzchnią boczną zewnętrzną do drugiej osi. Mechanizm obracający 2 główną oś 2a i siłownik 7 połączone są z modułem sterująco-zasilającym 8 w postaci modułu DM542 firmy WAVETOPSING INTERNATIONAL TECHNOLOGY Co.

Moduł sterująco-zasilający 8 połączony jest z czujnikiem nasłonecznienia 9 w postaci czujnika natężenia promieniowania słonecznego SP1D firmy PM Ecology. Dodatkowo moduł sterująco-zasilający 8 połączony jest z czujnikami parametrów meteorologicznych 10, którymi są czujniki kierunku i prędkości wiatru typu SOL-ES-PRO-WD/WS produkowane przez firmę Lambrecht Meteo GmbH.

Działanie mechanizmu do mocowania panelu fotowoltaicznego na pionowej powierzchni, zwłaszcza ekranu akustycznego, polega na tym, że moduł sterująco-zasilający 8 z zaprogramowanymi danymi dotyczącymi położenia słońca w cyklu dobowym i rocznym, tak steruje ustawieniem panelu fotowoltaicznego 5, aby uzysk energii elektrycznej z tego panelu był jak największy. Odbywa się to w ten sposób, że moduł sterująco-zasilający 8 sterując pracą silnika 7a siłownika 7 powoduje odpowiednie wkręcanie gwintowanego trzpienia 7b w nakrętkę 7c, w wyniku czego podnoszone lub opuszczane są boki ramy panelu fotowoltaicznego 5 ustawiając go optymalnie względem kierunku padających promieni słonecznych.

Opcjonalnie do modułu sterująco-zasilającego 8 kierowany jest sygnał z zamontowanego czujnika nasłonecznienia 9. Decyzja o zmianie położenia panelu fotowoltaicznego 5 podejmowana jest wówczas na podstawie bilansu energii potrzebnej do zmiany ustawienia panelu fotowoltaicznego 5 tak, aby w danym momencie dochodziło do niego maksymalne natężenie promieniowania słonecznego oraz tej ilości energii, którą uzyskuje się przy ustawieniu panelu fotowoltaicznego 5 zgodnie z zaprogramowanymi danymi dla dobowego i rocznego położenia słońca nad horyzontem. Dodatkowo do modułu sterująco-zasilającego 8 mogą być kierowane sygnały alarmowe z zamontowanych czujników parametrów meteorologicznych 10. Na podstawie tych sygnałów podejmowana jest decyzja o ustawieniu panelu fotowoltaicznego 5 w sposób chroniący go przed niszczącym działaniem zjawisk meteorologicznych, np. takie ustawienie jego płaszczyzny, aby była równoległa do kierunku wiatru lub obrócenie go tak, aby płaszczyzna aktywna nie była narażona na bezpośrednie działanie gradu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Mechanizm mocowania panelu fotowoltaicznego na pionowej powierzchni, zwłaszcza ekranu akustycznego, w którym panel fotowoltaiczny jest w ramie posiadającej dwa równoległe boki, **znamienny tym**, że składa się z podstawy (1), na której pionowej powierzchni zamocowany jest mechanizm obracający (2) główną oś (2a), do której zamocowana jest środkowa część ramy nośnej (3) składającej się z listwy nośnej (3a), do której każdego z końców zamocowana jest listwa mocująca (3b), zaś do jednego z końców każdej listwy mocującej (3b) zamocowany jest za pomocą pierwszej osi pierwszy koniec pierwszego ramienia (4), do którego drugiego końca zamocowany jest za pomocą drugiej osi bok ramy panelu fotowoltaicznego (5), natomiast do środkowej części listwy mocującej (3b) zamocowany jest za pomocą trzeciej osi pierwszy koniec drugiego ramienia (6), którego drugi koniec zamocowany jest do boku ramy panelu fotowoltaicznego (5) za pomocą czwartej osi, zaś pomiędzy ramą nośną (3) a bokiem ramy panelu fotowoltaicznego (5) zamocowany jest siłownik (7), przy czym mechanizm obracający (2) główną oś (2a) i siłownik (7) połączone są z modułem sterująco-zasilającym (8).
2. Mechanizm według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do pierwszej osi i drugiej osi zamocowane są końce siłownika (7).
3. Mechanizm według zastrz. 1 albo zastrz. 2, **znamienny tym**, że siłownik (7) składa się z silnika elektrycznego (7a), którego wał sprzężony jest z gwintowanym trzpieniem (7b) umieszczonym w nakrętce (7c), która zamocowana jest obrotowo powierzchnią boczną zewnętrzną do drugiej osi.
4. Ekran według zastrz. 1, **znamienny tym**, że moduł sterująco-zasilający (8) połączony jest z czujnikiem nasłonecznienia (9).
5. Ekran według zastrz. 1, **znamienny tym**, że moduł sterująco-zasilający (8) połączony jest z czujnikiem parametrów meteorologicznych (10).

Rysunki

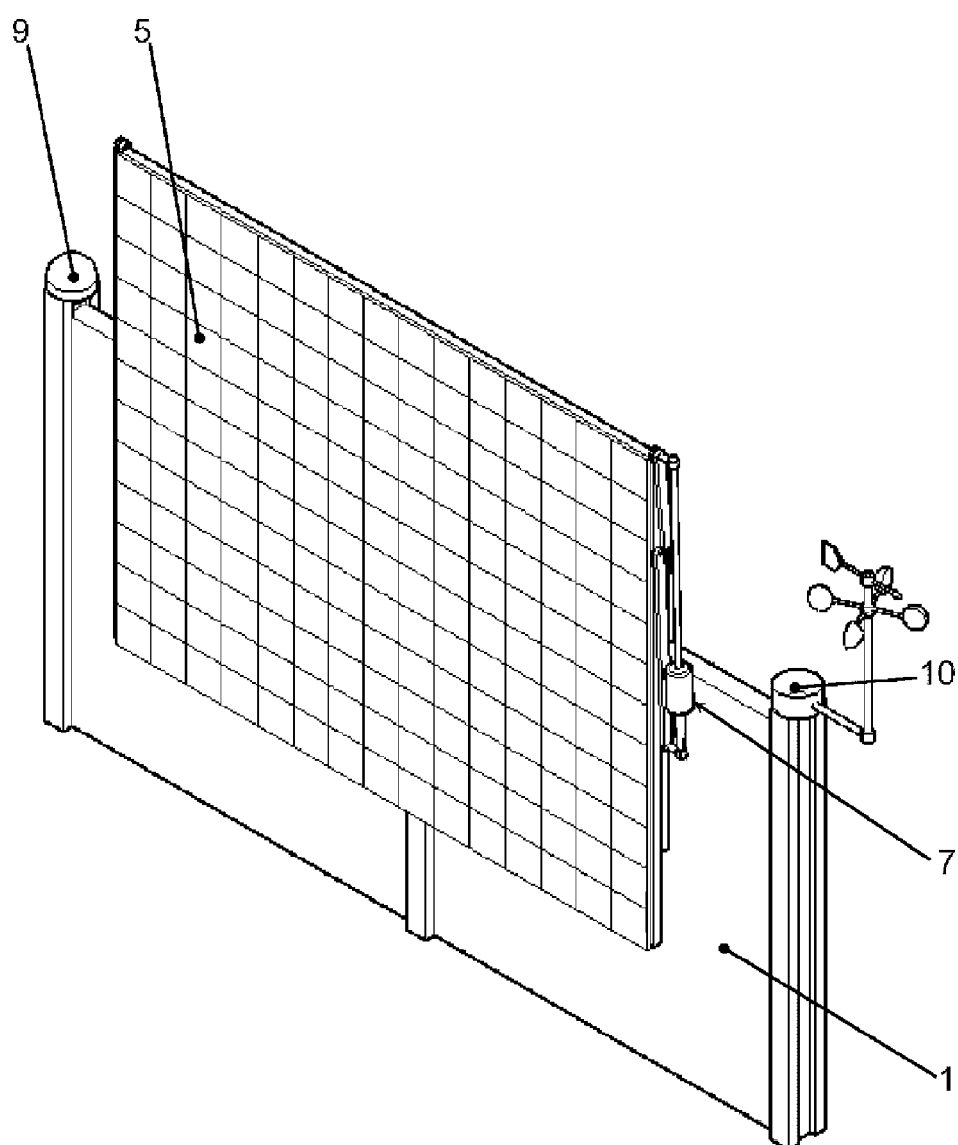


Fig. 1

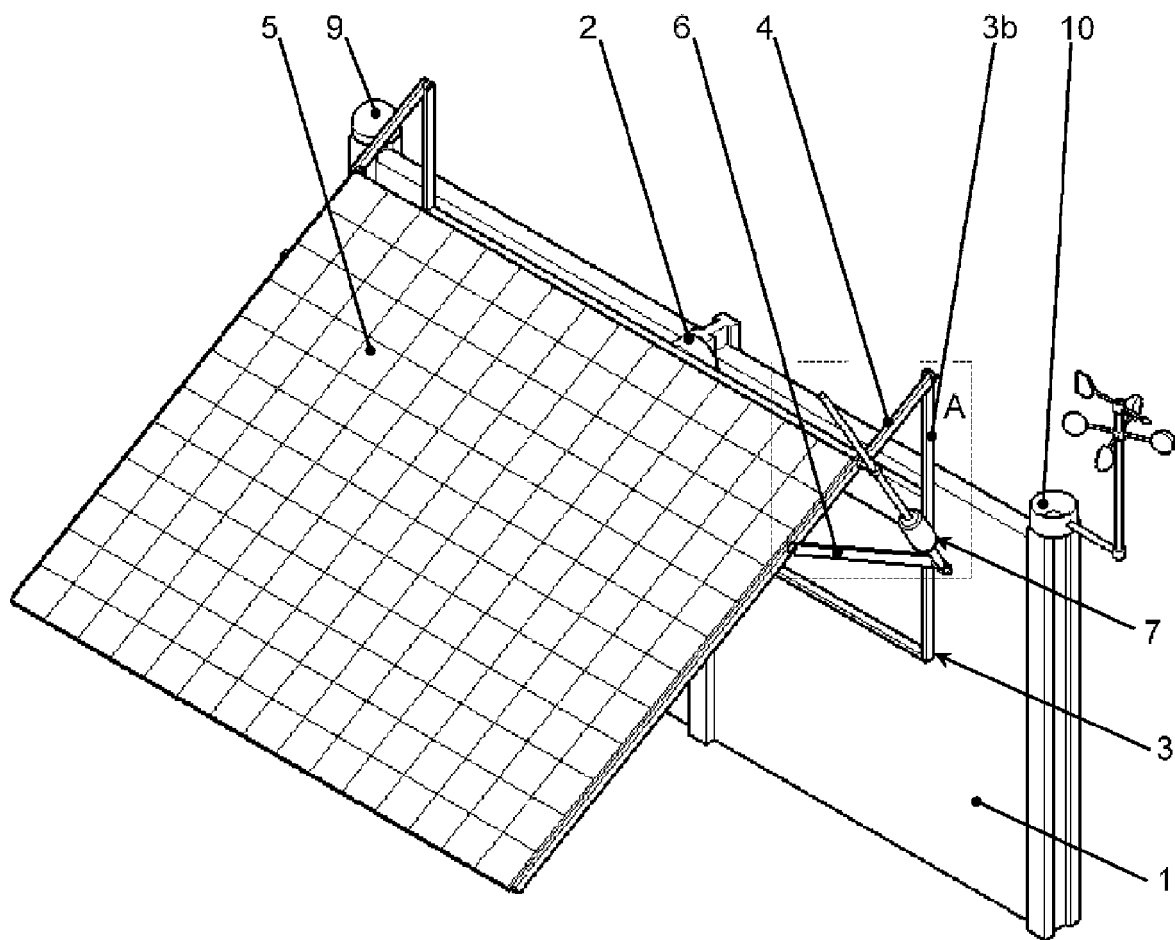


Fig. 2

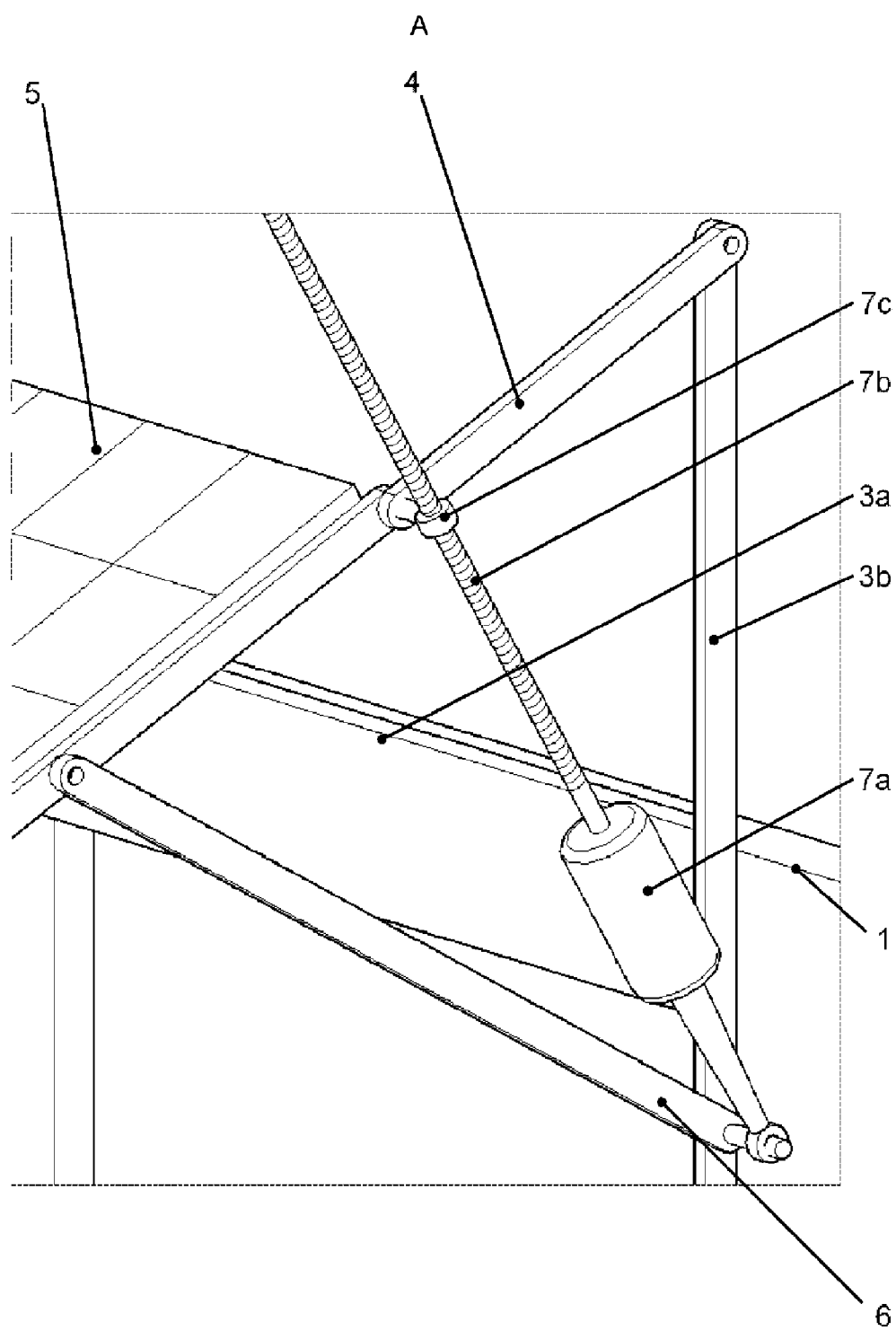


Fig. 2a

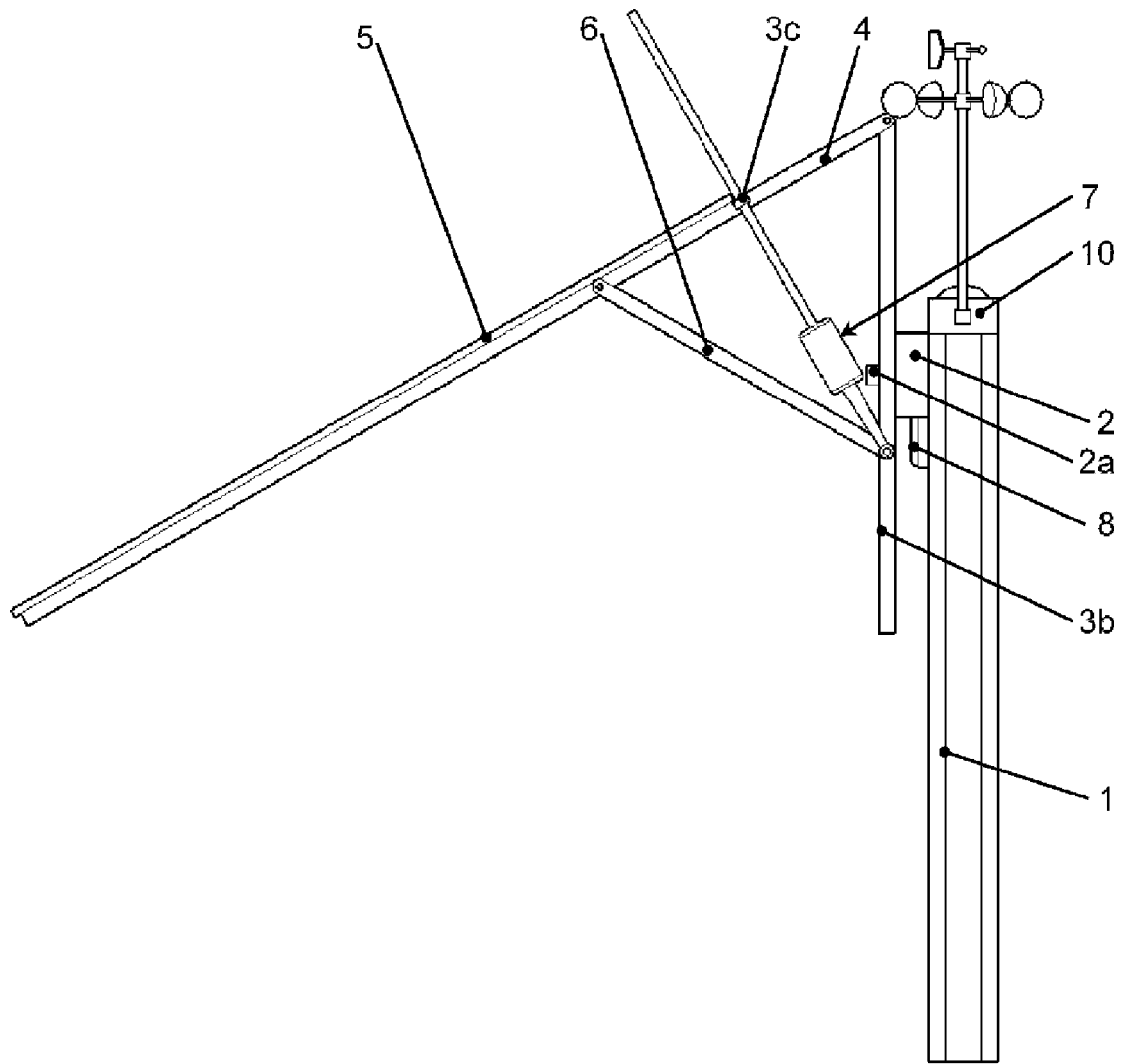


Fig. 2b

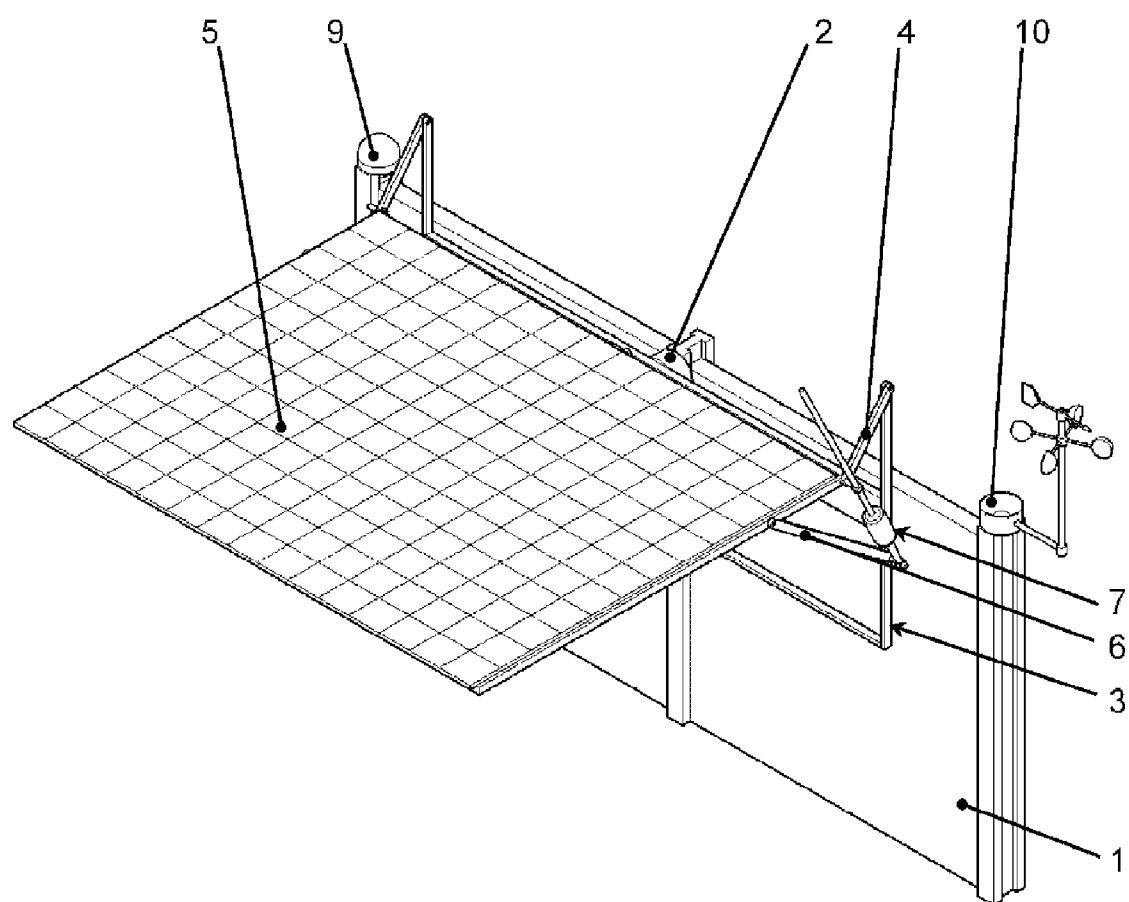


Fig. 3

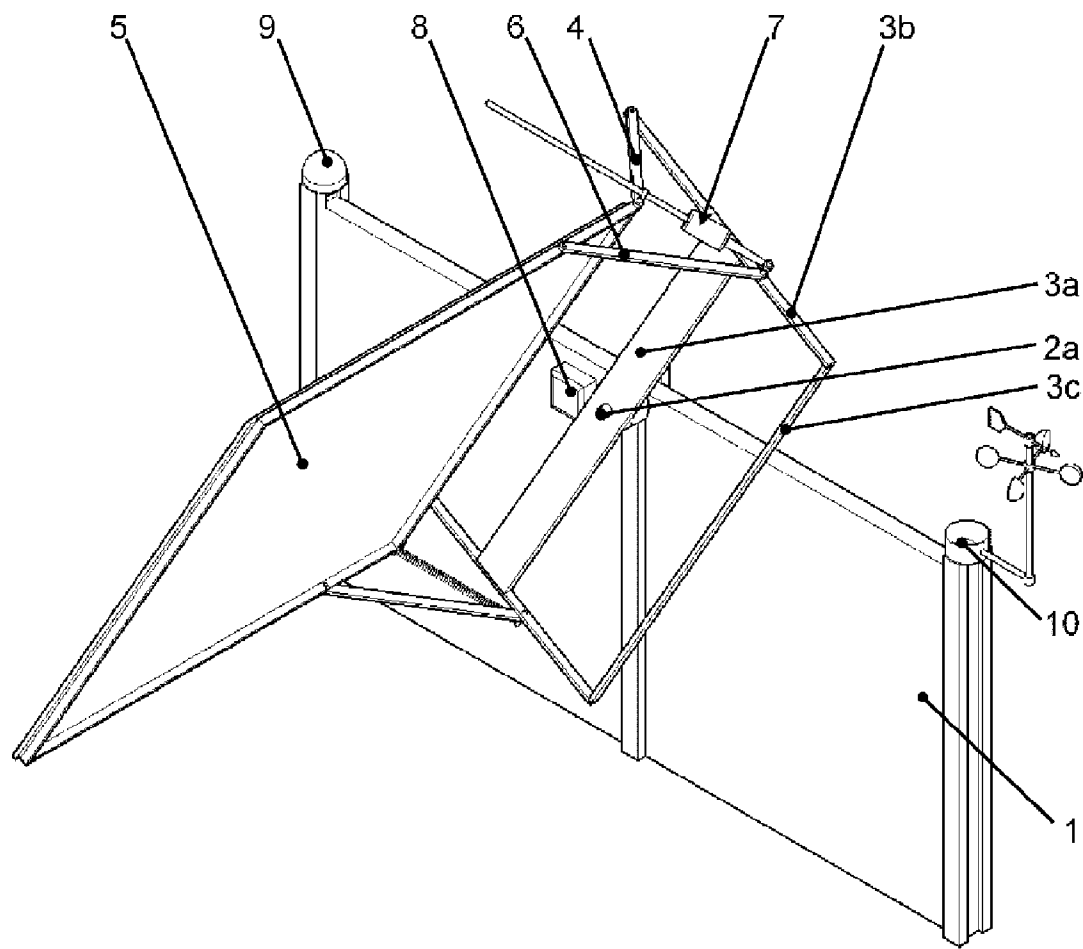


Fig. 4

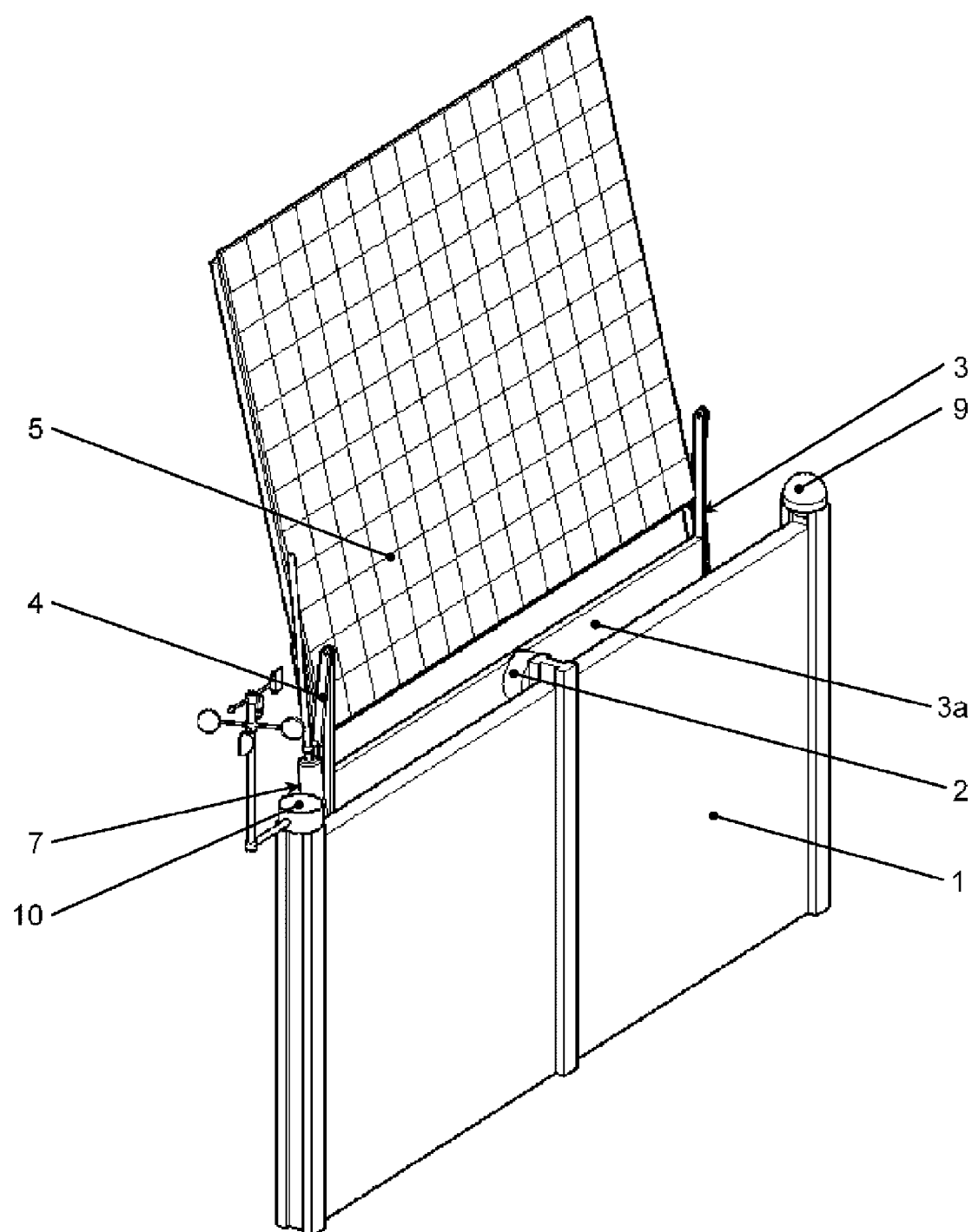


Fig. 5