

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 243089 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **418027**

(22) Data zgłoszenia: **2016.07.20**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2018.01.29 BUP 03/2018**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.06.26 WUP 26/2023**

(51) MKP:

**F24S 23/70** (2018.01)

**F24S 23/72** (2018.01)

**F24S 23/77** (2018.01)

**F24S 25/10** (2018.01)

**F24S 25/60** (2018.01)

**F24S 25/70** (2018.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,  
Kraków, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**PAWEŁ WAJSS, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

**Maciej Magoński, Kraków, PL**

(54) Tytuł:

**Heliostat sferyczny**

**PL 243089 B1**

## Opis wynalazku

### Dziedzina

Przedmiotem wynalazku jest heliostat sferyczny, czyli urządzenie służące do odbijania bezpośredniego promieniowania słonecznego w jeden, statyczny cel.

### Stan techniki

Z opisu zgłoszeniowego nr WO 2016/054653 A1 pt. „Domestic heliostat and method of making same” znany jest heliostat o kształcie sferycznym, w którym zwierciadło i napędy umieszczone są w sztywnej transparentnej obudowie. W rozwiązaniu tym transparentna obudowa pełni rolę jedynie osłony elementów zamocowanych w środku.

Z opisu zgłoszeniowego ze Stanów Zjednoczonych nr US 2009/0183730 A1 pt. „Spherical heliostat” znany jest heliostat sferyczny, w którym zwierciadło i napędy umieszczone są w sztywnej transparentnej obudowie, przy czym zwierciadło porusza się wewnątrz obudowy z wykorzystaniem silników napędzających koła, które wspierają się na płaszczyźnie wewnętrznej obudowy z wykorzystaniem tarcia.

Z opisu zgłoszeniowego ze Stanów Zjednoczonych nr US 8,127,760 B2. pt. „Low-Cost Heliostatic Mirror with Protective Inflation Stabilizable Surface Element Means” znany jest heliostat o kształcie sferycznym, w którym zwierciadło umieszczone jest w nadmuchiwanej transparentnej obudowie. W rozwiązaniu tym transparentna obudowa pełni rolę osłony elementów zamocowanych w środku oraz, poprzez system łożysk kulowych oraz napiętych cięgien sterujących umożliwia pozycjonowanie heliostatu w pożądanym kierunku.

Istotą rozwiązania jest wykorzystanie profili ciśnienia i prędkości płynu powstałych w wyniku dostarczania płynu do szczeliny jako siły nośnej dla heliostatu oraz do wykonania obrotu heliostatu, który stanowi ruchomą część względem fundamentu trwale powiązanego z podłożem.

Istotą heliostatu sferycznego zawierającego transparentną sferyczną powłokę i umieszczone wewnątrz niej zwierciadło, przy czym zwierciadło jest trwale przytwierdzone do wewnętrznej powierzchni transparentnej sferycznej powłoki, która stanowi dla niego konstrukcję nośną, tak że jego środek geometryczny pokrywa się ze środkiem geometrycznym transparentnej sferycznej powłoki jest to, że transparentna sferyczna powłoka posiada w swoim wnętrzu element pędny, spoczywający na dnie wnętrza powierzchni sferycznej, wyposażony w układ jezdny wraz z napędzającym go silnikiem, układem zasilania silnika, układem sterowania elementu pędnego, umożliwiającą obrót transparentnej sferycznej powłoki wzdłuż osi poziomej przechodzącej przez środek zwierciadła. Transparentna sferyczna powłoka jest osadzona ruchomo na fundamencie, we wnęce o kształcie sferycznej czaszy. Fundament jest wyposażony w przewód doprowadzający płyn obracający transparentną sferyczną powłokę wzdłuż osi pionowej przechodzącej przez środek zwierciadła, w obręb wnęki między transparentną sferyczną powłokę a fundament. Wnęka fundamentu, wypełniona płynem tworzy panewkę łożyska smarowanego hydrostatycznie, w której porusza się transparentna sferyczna powłoka oddzielona szczeliną wypełnioną płynem od powierzchni wnęki fundamentu.

Korzystnie transparentna sferyczna powłoka jest sferą pełną albo składa się z dwóch połówek, w której obie połówki połączone są ze sobą w płaszczyźnie mocowania zwierciadła zintegrowanego z konstrukcją nośną.

Korzystnie wnęka ma promień krzywizny  $R_1'$  równy promieniowi  $R_1$  transparentnej sferycznej powłoki powiększony o grubość szczeliny.

Korzystnie wnęka ma promień krzywizny  $R_1'$  równy lub mniejszy niż promień  $R_1$  krzywizny transparentnej sferycznej powłoki.

Korzystnie wnęka ma promień krzywizny  $R_1'$  zmienny skokowo.

Korzystnie przewód doprowadzający płyn umieszczony jest w osi wnęki.

Korzystnie przewód doprowadzający płyn umieszczony jest pod kątem w stosunku do osi wnęki.

Korzystnie do szczeliny doprowadzone są co najmniej dwa przewody doprowadzające płyn.

Korzystnie przewody doprowadzające płyn umieszczone są pod różnymi kątami względem płaszczyzny powierzchni fundamentu w osi przewodu.

Korzystnie we wnętrzu transparentnej sferycznej powłoki umieszczony jest swobodnie poruszający się po wewnętrznej stronie transparentnej sferycznej powłoki ruchomy element, a w zwierciadle zintegrowanym z konstrukcją nośną znajduje się otwór, przez który przemieszcza się ruchomy element, przy czym otwór dopasowany jest do rozmiarów elementu pędnego.

Korzystnie płynem jest gaz lub ciecz.

Korzystnie cieczą jest ciecz myjąca.

Korzystnie cieczą jest woda.

Korzystnie cieczą jest olej.

Korzystnie gazem jest sprężone powietrze lub dwutlenek węgla. Korzystnie do zwierciadła zintegrowanego z konstrukcją nośną dołączony jest przetwornik położenia z nadajnikiem.

Korzystnie w fundamencie umieszczony jest odbiornik.

Korzystne skutki (zalety wynalazku)

Dzięki rozwiązaniu według wynalazku możliwe są dwa stany, w jakich znajduje się heliostat: stan spoczynku, to jest wtedy, kiedy płyn nie jest dostarczany do szczeliny oraz stan ruchu, to jest wtedy, kiedy płyn dostarczany jest do szczeliny. W stanie spoczynku następuje bezpośredni kontakt powierzchni ciał stałych jakimi są heliostat i fundament, przez co pojawia się siła tarcia, która pozwala zapewnić ochronę heliostatu przed niepożądaną zmianą położenia przez zewnętrzne czynniki takie jak silne porywy wiatru. W stanie ruchu tarcie między elementami jest bardzo małe, stąd siła jaka jest potrzebna do obrotu heliostatu jest bardzo mała, a przez to wszelkie układy napędowe mogą być o małych wymiarach i wykonane z materiałów o mniejszej wytrzymałości, np. elementów wykonanych z tworzyw sztucznych. Pozwala to na zastosowanie napędów o małych wymiarach i mniejszej wytrzymałości do heliostatu nawet o dużych gabarytach. Przewód doprowadzający płyn może być ustawiony pod kątem lub może być zastosowanych wiele przewodów o różnej średnicy, które również będą ustawione pod kątem, tak aby wprowadzany do szczeliny płyn nie rozchodził się po szczelinie w symetrii osiowej względem fundamentu i heliostatu (względem osi pionowej), ale w części pod kątem, tak aby uzyskać składową prostopadłą prędkości względem prędkości rozchodzącej się osiowo, a przez to wywołać bardzo mały obrót heliostatu względem osi pionowej wywołany naprężeniami stycznymi występującymi w warstwie płynu (znajdującego się w szczelinie), które oddziałują na transparentną sferyczną powłokę dokonując jej obrotu. Ten sam efekt może być dokonany poprzez odpowiednie ukształtowanie wnęki po stronie fundamentu poprzez np. wykonanie w nim kanałów o niewielkiej głębokości, o zmiennym przekroju oraz o krzywiznie zgodnej z oczekiwanym kierunkiem obrotu. Dzięki temu płyn po dostarczeniu go przez przewód doprowadzający do szczeliny nie rozprzestrzeniał się w symetrii osiowej (względem osi pionowej) po szczelinie.

Wówczas, kierunek jego przepływu ulega zmianie zyskując składową prostopadłą do kierunku osiowego, a przez to wywołując naprężenia styczne w tym kierunku, (prostopadłym do kierunku osiowego), a przez to bardzo mały obrót heliostatu względem osi pionowej. Heliostat o kształcie sferycznym, wykonany z materiału transparentnego, dielektrycznego, w stanie spoczynku, tj. kiedy płyn nie jest dostarczany przewodem doprowadzającym płyn, zachowuje odporność na oddziaływanie zewnętrznych czynników atmosferycznych takich jak porywisty wiatr, grad, korozja czy wyładowania atmosferyczne. Sferyczny kształt zapewnia również sztywność całej konstrukcji.

Transparentna sferyczna powłoka heliostatu stanowi konstrukcję nośną dla zwierciadła umieszczonego w płaszczyźnie równikowej sfery. Wszystkie układy napędowe są zabudowane we wnętrzu tj. w transparentnej powłoce oraz w fundamencie, pozwalając na oddzielenie tych elementów od zewnętrznych czynników atmosferycznych. Brak połączeń mechanicznych między ruchomą częścią (heliostatem) a nieruchomą częścią (fundamentem) pozwala na łatwy montaż i rozruch urządzenia, oraz jego wymianę gdy jest to wymagane. Swobodny obrót heliostatu ułatwia również proces czyszczenia powierzchni całej sfery.

Płyn stosowany w rozwiązaniu według wynalazku, który może stanowić zarówno gaz, taki jak powietrze, jak i ciecz, taka jak woda, pozwala na uniknięcie dodatkowego smarowania mechanizmów tak jak w łożyskach kulowych, gdzie stanowi to bardzo duży problem w trakcie utrzymania tego typu urządzeń. Rozwiązanie tu proponowane opiera się o płyny „ogólnodostępne”, a sam układ jest samosmarowny, co znacząco ułatwia proces obsługi i utrzymania. Zastosowaną cieczą może być ciecz myjąca, przez co poprzez swobodny obrót heliostatu we wszystkich kierunkach uzyskuje się układ samoczyszczący. Zastosowaną cieczą może być także ciecz o wysokim współczynniku lepkości i małej gęstości, np. olej.

Dzięki zastosowaniu odpowiedniego wyprofilowania fundamentu na obszarze szczeliny lub poprzez doprowadzenie płynu przewodem lub przewodami doprowadzonymi do szczeliny pod odpowiednim kątem, po dostarczeniu płynu można wywołać obrót sfery (heliostatu). Tego zadania żadne łożysko toczne nie jest w stanie wykonać, ponieważ są elementami pasywnymi, a ruch sfery powodowany jest za pomocą innych elementów, np. cięgna. Tarcie pomiędzy elementem ruchomym a trans-

parentną sferyczną powłoką pozwala na obrócenie sfery (transparentnej sferycznej powłoki) w dowolnym kierunku, a przez to ustawienie dowolnej pozycji zwierciadła zintegrowanego z konstrukcją nośną. W przypadku wystąpienia przysypania transparentnej sferycznej powłoki materiałem sypkim takim jak piasek, płyn wytwarza przestrzeń ochronną pomiędzy transparentną sferyczną powłoką a materiałem sypkim, co pozwala na uniknięcie uszkodzeń mechanicznych transparentnej sferycznej powłoki, a także zabezpiecza przestrzeń roboczą, przez co zachowana jest operacyjność heliostatu. W przypadku znanych rozwiązań wykorzystujących łożyska kulowe heliostat przestałby pracować, a samo urządzenie wymagałoby konserwacji. W stanie spoczynku następuje bezpośredni kontakt powierzchni ciał stałych, jakimi są transparentna sferyczna powłoka (heliostat) i fundament, przez co znacząco zwiększa się siła tarcia, która pozwala zapewnić ochronę heliostatu przed niepożądaną zmianą położenia przez zewnętrzne czynniki takie jak silne porywy wiatru.

Łożyska kulowe lub inne znane rozwiązania nie są w stanie zmienić swojego charakteru pracy np. poprzez zmianę współczynnika tarcia.

Swobodny obrót urządzenia ułatwia również proces czyszczenia powierzchni całej sfery oraz możliwość wprowadzenia cieczy myjącej do przewodu doprowadzającego, która to ciecz pozwala na oczyszczanie powierzchni sfery, co również stanowi wyróżnik względem innych stosowanych dziś konstrukcji heliostatów, a jest możliwe dzięki zastosowaniu łożyskowania hydrostatycznego.

#### Figury

Przedmiot wynalazku w przykładach wykonania jest przedstawiony na rysunku, na którym:

- Fig. 1 przedstawia heliostat sferyczny z przewodem doprowadzającym ustawionym w osi heliostatu oraz ustawionym pod kątem prostym względem płaszczyzny stycznej do powierzchni fundamentu w osi przewodu doprowadzającego.
- Fig. 2 przedstawia heliostat sferyczny z przewodem doprowadzającym ustawionym pod kątem w stosunku do pionowej osi heliostatu oraz nachylonym pod kątem względem płaszczyzny stycznej do powierzchni fundamentu w osi przewodu doprowadzającego.
- Fig. 3 przedstawia heliostat sferyczny z dwoma przewodami doprowadzającymi o jednakowych średnicach ustawionymi symetrycznie względem osi pionowej fundamentu i pod kątem w stosunku do pionowej osi heliostatu, oraz nachylonym pod kątem względem płaszczyzny stycznej do powierzchni fundamentu w osiach przewodów doprowadzających.
- Fig. 4 przedstawia heliostat sferyczny z dwoma przewodami doprowadzającymi o różnych średnicach ustawionymi symetrycznie względem osi pionowej fundamentu i pod kątem w stosunku do pionowej osi heliostatu oraz nachylonym pod kątem względem płaszczyzny stycznej do powierzchni fundamentu w osiach przewodów doprowadzających.
- Fig. 5 przedstawia heliostat sferyczny z przewodem doprowadzającym ustawionym w osi heliostatu oraz ustawionym pod kątem prostym względem płaszczyzny stycznej do powierzchni fundamentu w osi przewodu doprowadzającego, przy czym w zwierciadle zintegrowanym z konstrukcją nośną umieszczony jest otwór.
- Fig. 6 przedstawia heliostat sferyczny z przewodem doprowadzającym ustawionym w osi heliostatu oraz ustawionym pod kątem prostym względem płaszczyzny stycznej do powierzchni fundamentu w osi przewodu doprowadzającego, przy czym heliostat został przysypany materiałem sypkim.
- Fig. 7 przedstawia rzut od góry fundamentu z przykładowymi kanałami na powierzchni fundamentu dla wytworzenia składowej prostopadłej do przepływu symetrycznego, osiowego względem osi pionowej w celu dokonania obrotu heliostatu.
- Fig. 8a i 8b przedstawiają rzuty od góry fundamentu z przykładowymi przewodami o różnym przekroju poprzecznym i kącie różnym niż prostopadły względem płaszczyzny stycznej do powierzchni fundamentu w osiach przewodów doprowadzających dla wytworzenia składowej prostopadłej do przepływu symetrycznego, osiowego względem osi pionowej w celu dokonania obrotu heliostatu.
- Fig. 9a przedstawia heliostat, w którym promień krzywizny fundamentu odpowiada promieniowi krzywizny transparentnej sferycznej powłoki powiększony o wysokość szczeliny.
- Fig. 9b przedstawia heliostat, w którym promień krzywizny fundamentu jest równy bądź mniejszy niż promień krzywizny transparentnej sferycznej powłoki.

Fig. 9c przedstawia heliostat, w którym promień krzywizny zmienia się w sposób skokowy, przy czym odległość zmiany wysokości szczeliny względem osi fundamentu zależy od zastosowanego płynu.

#### Przykład realizacji

Transparentna sferyczna powłoka 1 wykonana jest z materiału sztywnego, zachowującego swój kształt, o kształcie sferycznym. Transparentna sferyczna powłoka 1 może być zbudowana z jednego elementu (pełna sfera) lub dwóch elementów o takim samym kształcie (hemisfera), które zintegrowano z konstrukcją nośną. Zwierciadło 3 zintegrowane z konstrukcją nośną odbija padające bezpośrednio promieniowanie słoneczne oraz umożliwia koncentrację promieniowania w przypadku, gdy stosowane jest zwierciadło z ujemną krzywizną. Ponadto, zwierciadło 3 zintegrowane z konstrukcją nośną pełni funkcję usztywnienia transparentnej sferycznej powłoki 1 w celu zachowania jej sferycznego kształtu. Transparentna sferyczna powłoka 1 w trakcie ruchu ma niemalże pozbawiony tarcia kontakt z fundamentem 7 z powodu występowania warstwy płynu 2 wtłaczanego z zewnątrz z wykorzystaniem przewodu 8 doprowadzającego płyn 2.

Przewodem 8 doprowadzającym dostarczany jest płyn 2, który następnie rozprowadzany jest w przestrzeni pomiędzy transparentną sferyczną powłoką 1 heliostatu a fundamentem 7, przez co wytwarza się między tymi elementami szczelina 9. W takim układzie nie występuje obrót heliostatu w jego osi pionowej pod wpływem przepływu płynu 2. Obrót w obu osiach spowodowany jest przemieszczaniem ruchomego elementu po wewnętrznej powierzchni transparentnej sferycznej powłoki 1.

Z racji, iż zwierciadło 3 zintegrowane z konstrukcją nośną jest połączone z transparentną sferyczną powłoką 1, wraz z obrotem transparentnej sferycznej powłoki 1 następuje obrót zwierciadła 3, którego zadaniem jest odbicie bezpośredniego promieniowania słonecznego w kierunku statycznego celu.

Gdy płyn 2 nie jest dostarczany, to transparentna sferyczna powłoka 1 osiada na fundamencie 7, dzięki czemu uzyskuje się duży współczynnik tarcia, przez co zapobiega się niepożądanemu obrotowi heliostatu np. spowodowanego gwałtownymi porywami wiatru. Płyn 2 rozprowadzany jest pod transparentną sferyczną powłoką 1 poprzez wnękę 9a. Ciężar sfery przenoszony jest powierzchnią fundamentu 7, a nie jedynie powierzchnią styku kul łożysk tocznych a sferą, przez co ta druga może być wykonana z materiału bardziej plastycznego, w tym przypadku jest to szkło, ale może również być zastosowane tworzywo sztuczne. Szczelina 9 może mieć różną geometrię w zależności od zastosowanego płynu 2. Szczelina 9 rozprowadzająca płyn 2 może mieć promień krzywizny odpowiadający promieniowi transparentnej sferycznej powłoki 1 powiększony o jej wysokość, jak również może mieć promień mniejszy od promienia transparentnej sferycznej powłoki 1, co przekłada się na zmniejszenie wysokości szczeliny między fundamentem 7 a transparentną sferyczną powłoką 1 wraz ze zwiększeniem odległości od przewodu 8 doprowadzającego płyn 2 znajdującego się w osi fundamentu i heliostatu. Płyn 2 może stanowić zarówno gaz, taki jak powietrze, jak i ciecz, taka jak woda, przy czym oba te płyny 2 mogą być dostarczane naprzemiennie z wykorzystaniem tego samego lub różnych przewodów doprowadzających płyn 8 np. gaz do wytworzenia szczeliny 9 rozprowadzającej płyn 2 w celu minimalizacji tarcia pomiędzy transparentną sferyczną powłoką 1 oraz fundamentem 7 w celu wykonania ruchu, a ciecz do oczyszczania z zabrudzeń transparentnej sferycznej powłoki 1. Przewód doprowadzający płyn 8 umieszczony jest osiowo w fundamencie 7 pionowo jak na Fig. 1.

Na Fig. 2 pokazano inny przykład wykonania rozwiązania według wynalazku. W tym przykładzie wykonania przewód 8 doprowadzający płyn 2 może być umieszczony pod kątem w celu wywołania obrotu transparentnej sferycznej powłoki 1 względem osi pionowej fundamentu.

Na Fig. 3 pokazano inny przykład wykonania rozwiązania według wynalazku, w którym stosuje się więcej niż jeden przewód 8 doprowadzający płyn 2. Przewody te są rozlokowane w innych płaszczyznach niż osiowo względem fundamentu 7.

Na Fig. 4 pokazano inny przykład wykonania rozwiązania według wynalazku, w którym przewody doprowadzające płyn mają różne przekroje poprzeczne. Przewody takie umożliwiają wywołanie obrotu transparentnej sferycznej powłoki 1 względem osi pionowej. Ten sam efekt można również otrzymać doprowadzając różne ilości płynu 2 do poszczególnych przewodów 8 doprowadzających płyn 2. Ruch względem osi pionowej i poziomej może być również wywołany z wykorzystaniem elementu ruchomego 5, który posiada swobodę przemieszczania się po wewnętrznej stronie transparentnej sferycznej powłoki 1 we wszystkich kierunkach. Dużo większy opór ruchu pomiędzy elementem ruchomym 5 a transparentną sferyczną powłoką 1 względem fundamentu 7 a transparentną sfe-

ryczną powłoką 1, skutkuje obrotem transparentnej sferycznej powłoki 1, a przez to ustawienie dowolnej pozycji zwierciadła 3 zintegrowanego z konstrukcją nośną. Element ruchomy 5 umiejscowiony jest we wnętrzu transparentnej sferycznej powłoki 1, która ochrania go przed oddziaływaniem zewnętrznych warunków atmosferycznych.

W zwierciadle 3 zintegrowanym z konstrukcją nośną może znajdować się otwór 11, co pokazano na Fig. 5, dzięki czemu element ruchomy 5 może przemieszczać się w obie strony transparentnej sferycznej powłoki 1 względem zwierciadła 3 zintegrowanego z konstrukcją nośną. Dzięki temu możliwe są do uzyskania dowolne położenia transparentnej sferycznej powłoki, a przez to oczyszczanie z zabrudzeń całej zewnętrznej powierzchni transparentnej sferycznej powłoki 1.

Na Fig. 6 przedstawiono przypadek, w którym transparentna sferyczna powłoka 1 została przysypana materiałem sypkim 12, takim jak piasek. W tym przypadku płyn 2 wytwarza przestrzeń ochronną pomiędzy transparentną sferyczną powłoką 1 a materiałem sypkim 12. Unika się w ten sposób uszkodzeń mechanicznych transparentnej sferycznej powłoki 1, a także chroni się przestrzeń roboczą, przez co zachowana jest operacyjność heliostatu.

Pozycja zwierciadła 3 zintegrowanego z konstrukcją nośną identyfikowana jest za pomocą przetwornika położenia z nadajnikiem 4 osadzonego w środkowej części heliostatu, za zwierciadłem 3 zintegrowanym z konstrukcją nośną.

Zasilanie dla przetwornika położenia z nadajnikiem 4 zapewnione jest przez układ zasilający 10 wyposażony w ogniwa fotowoltaiczne osadzone na obwodzie zwierciadła 3 zintegrowanego z konstrukcją nośną. Sygnał z przetwornika położenia z nadajnikiem 4 przesyłany jest bezprzewodowo do odbiornika 6 ulokowanego w fundamencie, po czym dalej dane przesyłane są w sposób przewodowy lub bezprzewodowy do systemu kontrolnego. W przypadku większych instalacji, tj. elektrowni z tysiącami heliostatów, system może opierać się na jednym centralnym odbiorniku, a wszystkie nadajniki będą jednocześnie transponderami sygnałów dla nadajników dalej położonych, tworząc w ten sposób sieć o topologii kratowej.

Fig. 7 przedstawia rzut od góry fundamentu 7 z przykładowymi kanałami na powierzchni fundamentu 7 dla wytworzenia składowej prostopadłej do przepływu symetrycznego osiowego względem osi pionowej, w celu dokonania obrotu heliostatu. Kanał posiada zmienny przekrój poprzeczny poczynając od przewodu 8 doprowadzającego płyn 2 znajdującego się w osi fundamentu do końca kanału, który może znajdować się w różnym odstępnie względem osi heliostatu. Kanały są tak wyprofilowane, aby skierować część płynu 2 w kierunku różnym niż kierunek osiowego rozchodzenia się płynu względem osi pionowej fundamentu 7 i heliostatu, ale zgodnym z pożądanym kierunkiem obrotu heliostatu.

Fig. 8a i 8b przedstawiają rzuty od góry fundamentu 7 z przykładowymi przewodami, o różnym przekroju poprzecznym i kącie równym lub różnym niż prostopadły w miejscu wyprowadzenia przewodów 8 doprowadzających płyn 2 do szczeliny 9, dla wytworzenia składowej prostopadłej do przepływu symetrycznego, osiowego względem osi pionowej w celu dokonania obrotu heliostatu. Kierunek przewodów 8 doprowadzających płyn jest zgodny z pożądanym kierunkiem obrotu heliostatu.

Fig. 9a, 9b i 9c przedstawiają heliostat, w którym promień krzywizny fundamentu jest równy bądź różny od promienia krzywizny heliostatu.

Fig. 9a przedstawia heliostat, w którym promień krzywizny fundamentu odpowiada promieniowi krzywizny transparentnej sferycznej powłoki powiększony o wysokość szczeliny tak, że wraz ze wzrostem odległości od osi pionowej fundamentu pole powierzchni przekroju poprzecznego szczeliny nie zmienia się.

Fig. 9b przedstawia heliostat, w którym promień krzywizny fundamentu jest równy bądź mniejszy od promienia krzywizny transparentnej sferycznej powłoki, tak że wraz ze wzrostem odległości od osi pionowej fundamentu pole powierzchni przekroju poprzecznego szczeliny maleje.

Fig. 9c przedstawia heliostat, w którym promień krzywizny fundamentu zmienia się w sposób skokowy w odległości od osi pionowej fundamentu w zależności od zastosowanego płynu, tak że wraz ze wzrostem odległości od osi pionowej fundamentu pole powierzchni przekroju poprzecznego szczeliny maleje skokowo w danej odległości od osi pionowej fundamentu.

Zmieniający się w sposób płynny lub skokowy promień krzywizny szczeliny pozwala na wytworzenie profilu ciśnienia pod transparentną sferyczną powłoką 1, który stanowi siłę nośną dla sfery i unosi ją ponad powierzchnię fundamentu. Jeżeli zaburzenia płaszczyzny są niesymetryczne (nieregularne), profil ciśnienia jest niesymetryczny przez co dochodzi do drgań heliostatu. Jeżeli zaburzenia płaszczyzny są w postaci symetrycznych i regularnych kształtów, np. odpowiednio wyprofilowanych kanałów, pojawiają się prędkości składowe prostopadłe do osiowego kierunku przepływu względem

osi pionowej, a zatem i naprężenia styczne w tym samym kierunku. Naprężenia te przenoszą się przez poszczególne warstwy płynu oddziałując na przyległe do niego ściany.

Ponieważ jedną ze ścian jest powierzchnia swobodna heliostatu, a prędkość płynu przy każdej ścianie jest równa 0 (ponieważ jest to płyn lepki), naprężenia styczne „ciągną” za sobą powierzchnie powłoki 1, czyli w rezultacie obracają ją.

#### Lista oznaczeń odsyłających

- 1 – Transparentna sferyczna powłoka (obudowa)
- 2 – Płyn
- 3 – Zwierciadło zintegrowane z nośną konstrukcją
- 4 – Przetwornik położenia z nadajnikiem
- 5 – Element ruchomy
- 6 – Odbiornik
- 7 – Fundament
- 8 – Przewód doprowadzający płyn
- 9 – Szczelina rozprowadzająca płyn
- 9a – Wnęka
- 10 – Układ zasilający
- 11 – Otwór w zwierciadle
- 12 – Materiał sypki

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Heliostat sferyczny zawierający transparentną sferyczną powłokę (1) i umieszczone wewnątrz niej zwierciadło (3), przy czym zwierciadło (3) jest trwale przytwierdzone do wewnętrznej powierzchni transparentnej sferycznej powłoki (1), która stanowi dla niego konstrukcję nośną, tak że jego środek geometryczny pokrywa się ze środkiem geometrycznym transparentnej sferycznej powłoki (1), **znamienny tym, że** transparentna sferyczna powłoka (1) posiada w swoim wnętrzu element pędny (5), spoczywający na dnie wnętrza powierzchni sferycznej, wyposażony w układ jezdy wraz z napędzającym go silnikiem, układem zasilania silnika, układem sterowania elementu pędnego (5), umożliwiającą obrót transparentnej sferycznej powłoki (1) wzdłuż osi poziomej przechodzącej przez środek zwierciadła, transparentna sferyczna powłoka (1) jest osadzona ruchomo na fundamencie (7) we wnęce o kształcie sferycznej czaszy oraz fundament (7) jest wyposażony w przewód (8) doprowadzający płyn (2) obracający transparentną sferyczną powłokę (1) wzdłuż osi pionowej przechodzącej przez środek zwierciadła w obręb wnęki (9a) między transparentną sferyczną powłokę (1) a fundament (7), wnęka (9a) fundamentu (7), wypełniona płynem (2) tworzy panewkę łożyska smarowanego hydrostatycznie, w której porusza się transparentna sferyczna powłoka (1) oddzielona szczeliną (9) wypełnioną płynem (2) od powierzchni wnęki (9a) fundamentu.
2. Heliostat sferyczny według zastrzeżenia 1, **znamienny tym, że** transparentna sferyczna powłoka (1) jest sferą pełną albo składa się z dwóch połówek, w której obie połówki połączone są ze sobą w płaszczyźnie mocowania zwierciadła (3) zintegrowanego z konstrukcją nośną.
3. Heliostat sferyczny według zastrzeżenia 1 albo 2, **znamienny tym, że** wnęka (9a) ma promień krzywizny  $R_1'$  równy promieniowi  $R_1$  transparentnej sferycznej powłoki (1) powiększony o grubość szczeliny.
4. Heliostat sferyczny według zastrzeżenia 1 albo 2, **znamienny tym, że** wnęka (9a) ma promień krzywizny  $R_1'$  równy lub mniejszy niż promień  $R_1$  krzywizny transparentnej sferycznej powłoki (1).
5. Heliostat sferyczny według zastrzeżenia 1 albo 2, **znamienny tym, że** wnęka (9a) ma promień krzywizny  $R_1'$  zmienny skokowo.
6. Heliostat sferyczny według jednego z poprzednich zastrzeżeń, **znamienny tym, że** przewód (8) doprowadzający płyn (2) umieszczony jest w osi wnęki (9a).
7. Heliostat sferyczny według jednego z poprzednich zastrzeżeń, **znamienny tym, że** przewód (8) doprowadzający płyn (2) umieszczony jest pod kątem w stosunku do osi wnęki (9a).

8. Heliostat sferyczny według jednego z poprzednich zastrzeżeń, **znamienny tym, że** do szczeliny (9) doprowadzone są co najmniej dwa przewody (8) doprowadzające płyn (2).
9. Heliostat sferyczny według zastrzeżenia 8, **znamienny tym, że** przewody (8) doprowadzające płyn (2) umieszczone są pod różnymi kątami względem płaszczyzny powierzchni fundamentu (7) w osi przewodu (8).
10. Heliostat sferyczny według jednego z poprzednich zastrzeżeń, **znamienny tym, że** we wnętrzu transparentnej sferycznej powłoki (1) umieszczony jest swobodnie poruszający się po wewnętrznej stronie transparentnej sferycznej powłoki (1) ruchomy element (5), a w zwierciadle (3) zintegrowanym z konstrukcją nośną znajduje się otwór (11), przez który przemieszcza się ruchomy element (5), przy czym otwór (11) dopasowany jest do rozmiarów elementu pędnego (5).
11. Heliostat sferyczny według jednego z poprzednich zastrzeżeń, **znamienny tym, że** płynem (2) jest gaz lub ciecz.
12. Heliostat sferyczny według zastrzeżenia 11, **znamienny tym, że** cieczą jest ciecz myjąca.
13. Heliostat sferyczny według zastrzeżenia 11, **znamienny tym, że** cieczą jest woda.
14. Heliostat sferyczny według zastrzeżenia 11, **znamienny tym, że** cieczą jest olej.
15. Heliostat sferyczny według zastrzeżenia 11, **znamienny tym, że** gazem jest sprężone powietrze lub dwutlenek węgla.
16. Heliostat sferyczny według jednego z poprzednich zastrzeżeń, **znamienny tym, że** do zwierciadła (3) zintegrowanego z konstrukcją nośną dołączony jest przetwornik położenia z nadajnikiem (4).
17. Heliostat sferyczny według zastrzeżenia 16, **znamienny tym, że** w fundamencie (7) umieszczony jest odbiornik (6).

Rysunki

Fig. 1

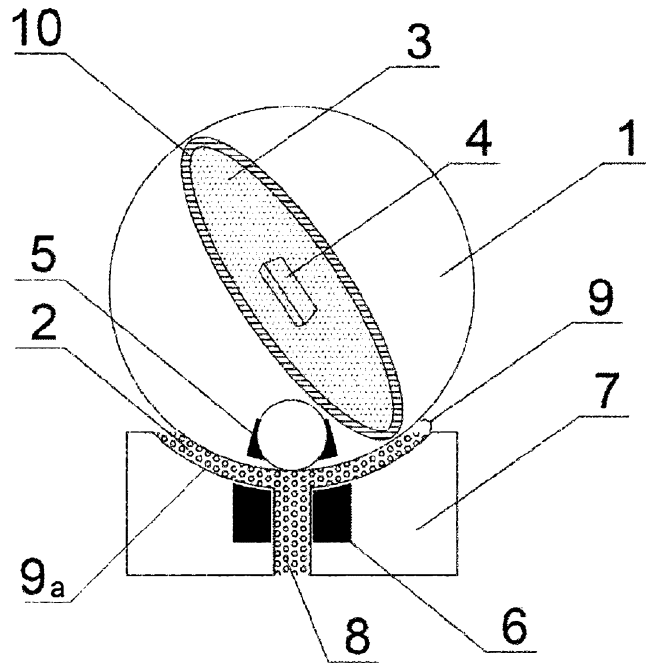


Fig. 2

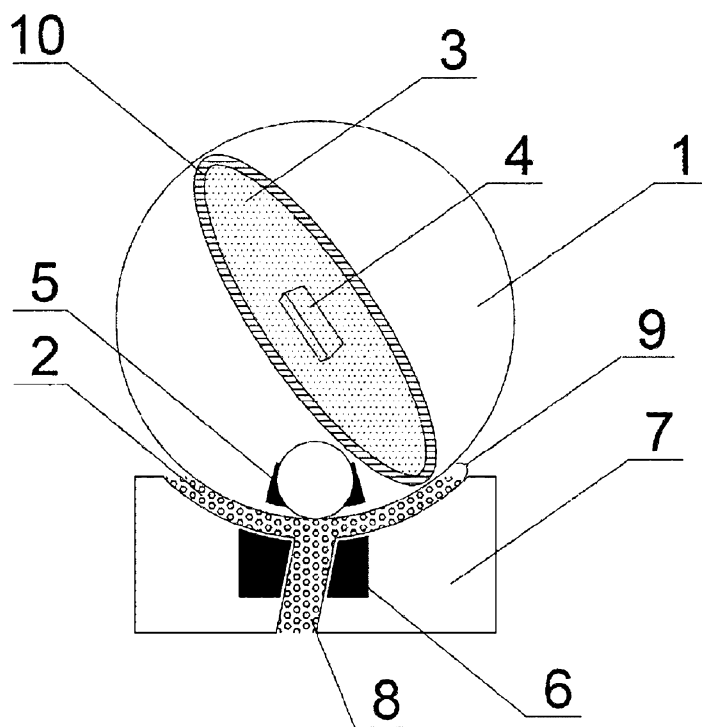


Fig. 3

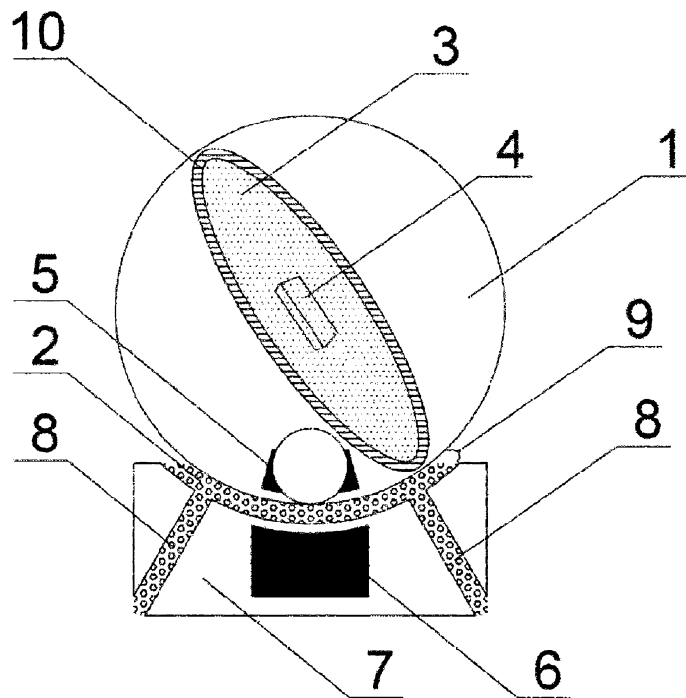


Fig. 4

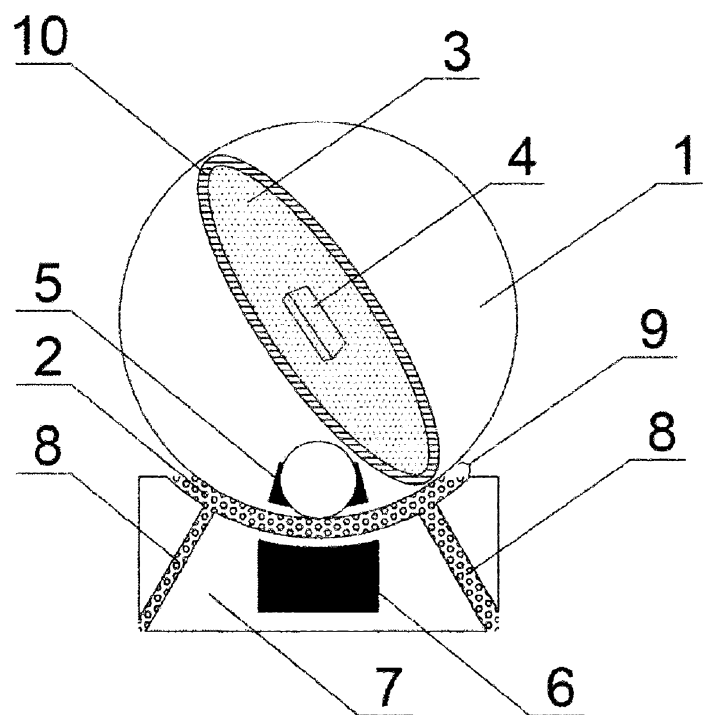


Fig. 5

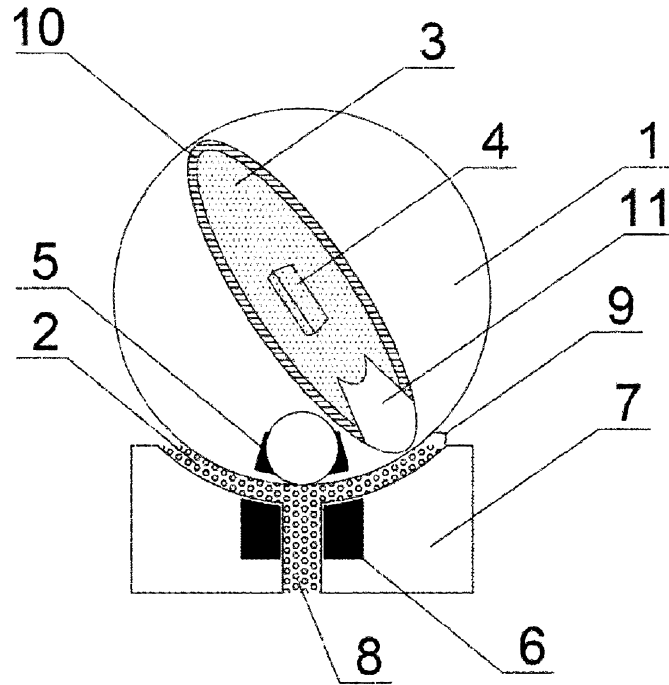


Fig. 6

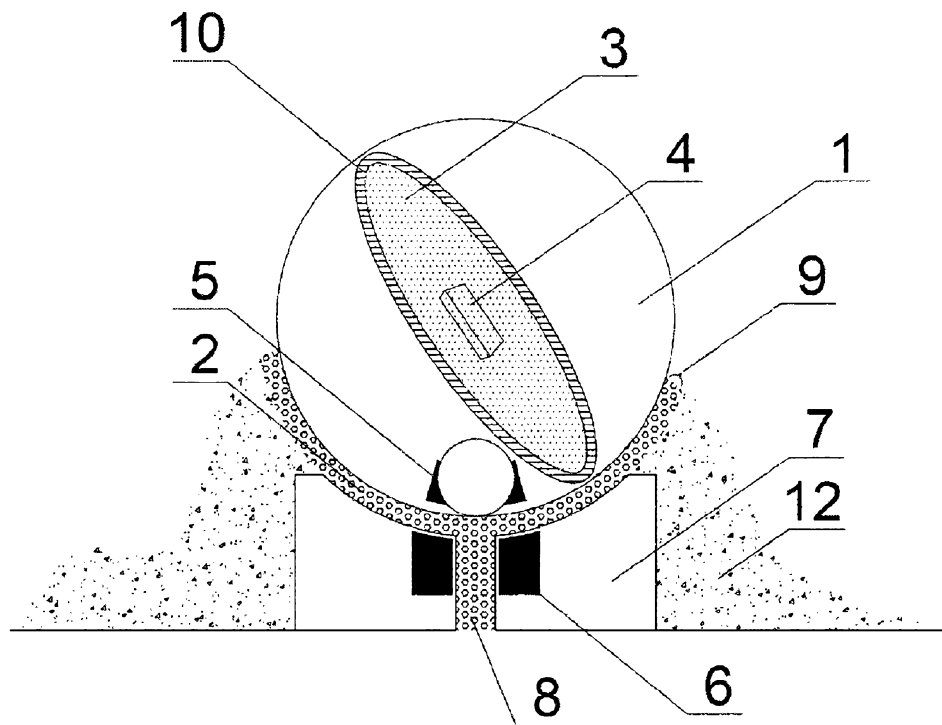


Fig. 7

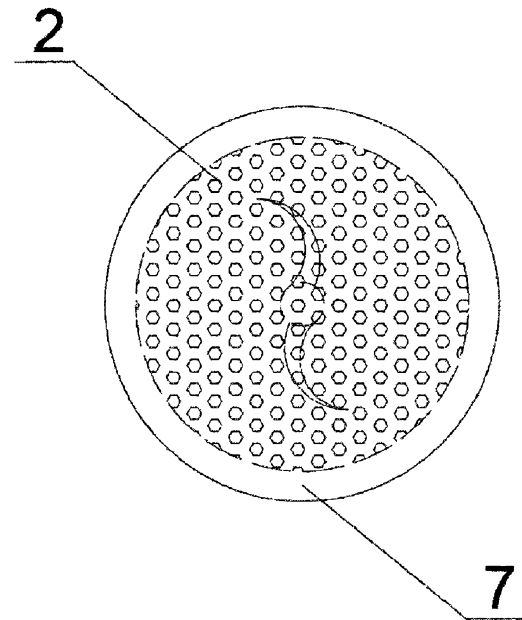


Fig. 8a

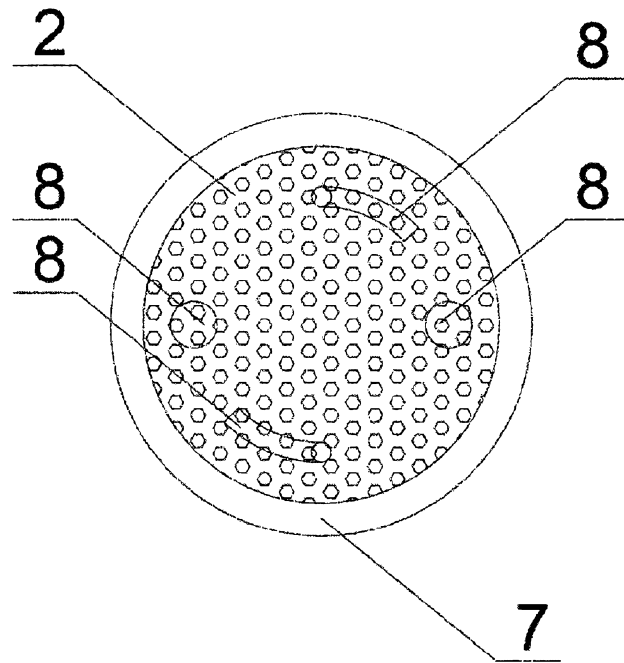


Fig. 8b

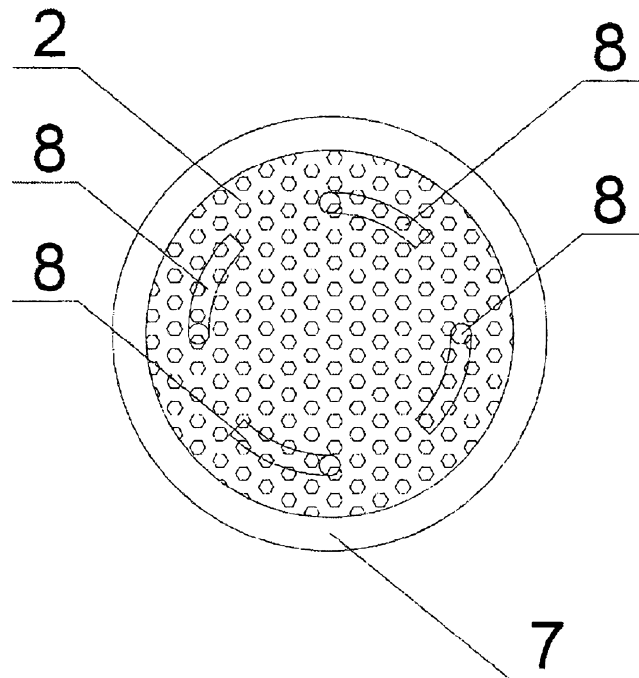


Fig. 9a

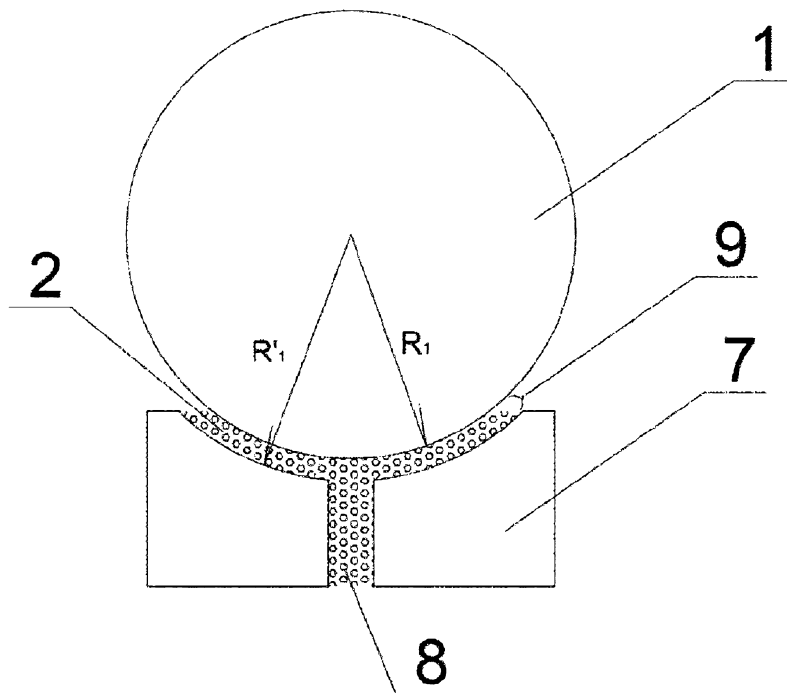


Fig. 9b

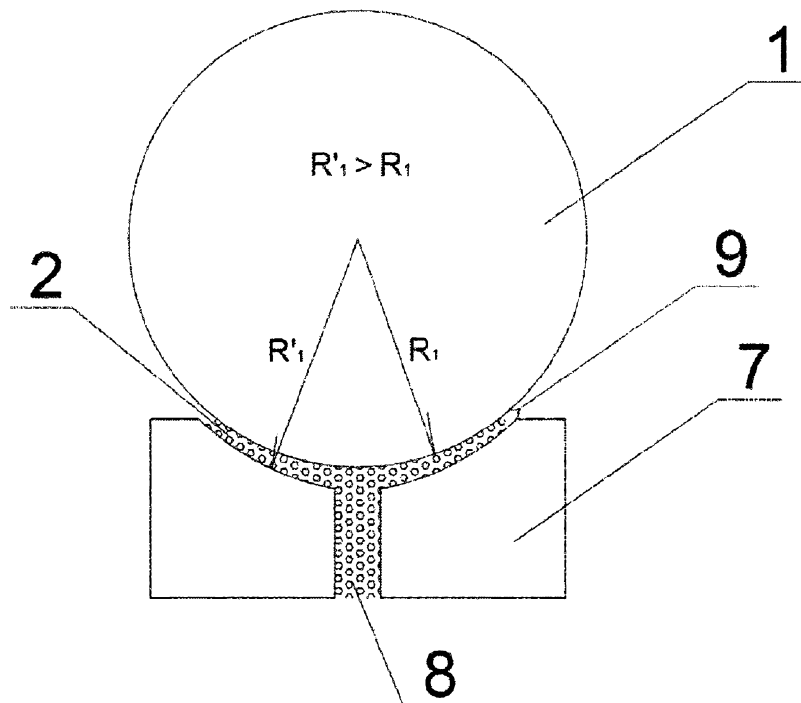


Fig. 9c

