

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 72945 Y1**

(12)

Opis ochronny wzoru użytkowego

(21) Numer zgłoszenia: **130833**

(22) Data zgłoszenia: **2021.04.19**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.10.24 BUP 43/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu ochrony: **2023.03.20 WUP 12/2023**

(51) MKP:

H05H 1/24 (2006.01)

B01J 19/26 (2006.01)

H05H 1/46 (2006.01)

(73) Uprawniony:

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(-y):

GRZEGORZ KOMARZYNIC, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:

Maciej Nowicki, Lublin, PL

(54) Tytuł:

Wielofazowy reaktor plazmowy z centralną elektrodą neutralną

PL 72945 Y1

Opis wzoru

Przedmiotem wzoru użytkowego jest wielofazowy reaktor plazmowy z centralną elektrodą neutralną poprawiającą warunki do rozwoju wyładowania elektrycznego oraz warunki współpracy reaktora z układem zasilania w energię elektryczną.

Dotychczas znany jest ze zgłoszenia patentowego [US2009236215 \(A1\)](#) reaktor plazmowy ze ślizgającym się wyładowaniem łukowym o ulepszonej konfiguracji dysz. Reaktor zawiera obudowę z wieloma rozbieżnymi elektrodami, połączone z nimi impulsowym źródłem zasilania oraz dyszą, która kieruje mieszaninę gazu i cieczy do obszaru między rozbieżnymi elektrodami wytwarzając tym sposobem plazmę w tym obszarze. Dysza może mieć dwa wloty dla gazu i cieczy oraz komorę ich mieszania.

Ze zgłoszenia patentowego [US2012090985 \(A1\)](#) znany jest reaktor plazmowy ze ślizgającym się wyładowaniem łukowym do dysocjacji CO₂. Reaktor posiada komorę wyładowczą z rozbieżnymi elektrodami i dyszę napływu gazu.

Ze zgłoszenia patentowego [KR20070064688 \(A\)](#) znany jest reaktor plazmowy do produkcji wodoru wyposażony w rozbieżne elektrody zainstalowane w cylindrycznej komorze wyładowczej o ścianach wyłożonych materiałem ceramicznym. Między elektrodami w miejscu, gdzie odległość między nimi jest najmniejsza, znajduje się w pokrywie komory wyładowczej dysza napływu gazu.

Ze zgłoszenia patentowego [KR20080056400 \(A\)](#) znany jest kompaktowy reaktor plazmowy wykorzystujący zasilanie trójfazowe. Reaktor wyposażony jest w trzy lub sześć rozbieżnych elektrod umieszczonych w cylindrycznej komorze wyładowczej i zasilanych napięciem trójfazowym. W podstawie komory wyładowczej w przestrzeni między elektrodami znajduje się dysza napływu gazu.

Ze zgłoszenia patentowego [KR20120097139 \(A\)](#) znany jest reaktor plazmowy ze ślizgającym się wyładowaniem do usuwania nieprzyjemnych zapachów z gazu. W reaktorze dwie lub więcej rozbieżnych elektrod umieszczonych jest w komorze wyładowczej o dużej liczbie otworów tworzących siatkę. Gaz poddawany obróbce plazmowej wdmuchiwany jest do wnętrza komory wyładowczej przez jej całą dolną powierzchnię poprzeczną.

Z opisu patentowego [DE102013004514 \(B3\)](#) znany jest reaktor do generacji ślizgających się wyładowań elektrycznych. Reaktor wyposażony jest w dwie rozbieżne elektrody. Strumień gazu wprowadzany jest do komory wyładowczej poprzez jej cały przekrój poprzeczny, a na elektrodach znajdują się profile nakierowujące strumienie przepływającego gazu do przestrzeni między elektrodami.

Z opisu patentowego [PL196319B1](#) znany jest reaktor elektroplazmowy przeznaczony do prowadzenia reakcji chemicznych w wyładowaniu poślizgowym, zachodzącym pomiędzy dwiema lub większą liczbą elektrod, zasilanych prądem z zewnętrznego obwodu elektrycznego. Charakteryzuje się on tym, że przestrzeń znajdująca się pomiędzy elektrodami i przez którą przepływa strumień gazowych reagentów i w której zachodzi wyładowanie, ma kształt kanału rozszerzającego się w kierunku ruchu strumienia reagentów. Ściany kanału są wykonane z materiału nie przewodzącego prądu elektrycznego.

Z opisu zgłoszenia patentowego [KR20080056400A](#) znany jest kompaktowy reformator plazmy glidarc wykorzystujący 3 fazy niskiej energii elektrycznej. W rozwiązaniu tym reformer plazmowy do wytwarzania paliwa gazowego przez częściowe utlenianie zawiera: izolator reaktora; izolatory wieloelektrodowe połączone z dolną częścią izolatora reaktora; wiele elektrod sektorowych podłączonych do izolatorów wieloelektrodowych w celu dostarczania energii elektrycznej do izolatora reaktora; oraz dyszę utworzoną na izolatorze reaktora do dostarczania gazu źródłowego do izolatora reaktora. Elektrody mają dostarczane do nich trójfazowe napięcie prądu przemiennego, a gaz źródłowy zawiera wodór, tak że wytworzony gaz opałowy zawiera gazowy wodór. Reformator plazmowy zawiera ponadto płytę rozdzielającą utworzoną w górnej części izolatora reaktora, aby podtrzymywać katalizator nad płytą rozdzielającą i zwiększać czas przebywania gazu przez opóźnienie wznoszenia się gazu wytworzonego z izolatora reaktora.

W opisie zgłoszenia wynalazku [ES300017A1](#) przedstawiono ulepszenia w palnikach plazmowych i względem palników plazmowych charakteryzujące się tym, że łuk wytwarzany jest prądem trójfazowym, z gorącą elektrodą środkową pełniącą rolę katody, otoczoną trzema chłodzonymi elektrodami obwodowymi pełniącymi rolę anody. Środkowa elektroda jest podłączona do przewodu neutralnego trójfazowego źródła zasilania, podczas gdy każda z trzech elektrod peryferyjnych jest połączona z fazą wspomnianego trójfazowego źródła zasilania.

W reaktorach plazmowych ze ślizgającym się wyładowaniem łukowym typu GlidArc, wykorzystywanych do obróbki plazmowej gazów, zasilanych z sieci wielofazowej stosuje się liczbę elektrod ro-

bocznych równą liczbę faz. Wyładowanie elektryczne pali się pomiędzy elektrodami roboczymi niestabilnie, zmieniając losowo swoje parametry. Takie zachowanie wyładowania elektrycznego wprowadza niesymetrię obciążenia w poszczególnych fazach układu zasilania w energię elektryczną pogarszające warunki pracy zasilacza i przenoszące się na sieć zasilającą. Znacznym odkształceniom ulegają prądy i napięcia zasilające poszczególne elektrody robocze reaktora, w efekcie elektrody te zasilane są napięciami o różnych wartościach, a w fazach je zasilających płyną różne co do wartości prądy. Odkształcenia te pogarszają warunki do zapłonu i rozwoju wyładowania elektrycznego w reaktorze. Różnice napięć i prądów występujące w poszczególnych fazach zasilających reaktor utrudniają jednocześnie sterowanie mocą dostarczaną do reaktora. W efekcie następuje nie tylko pogorszenie parametrów zasilania reaktora plazmowego, ale także parametrów generowanej w nim plazmy, co przekłada się na obniżenie sprawności obróbki plazmowej gazów w reaktorze. W reaktorach GlidArc stosuje się jedną dyszę wlotową gazu poddawanego obróbce plazmowej. Tuż nad dyszą umieszcza się jedną lub dwie elektrody zapłonowe mające na celu inicjację wyładowania elektrycznego w reaktorze. Zastosowanie jednej elektrody zapłonowej nad dyszą wlotową gazu wprowadza silne i niejednorodne przestrzenie turbulencje w przepływie gazu przez komorę wyładowczą reaktora, co zmienia warunki do zapłonu i rozwoju wyładowania na poszczególnych elektrodach roboczych. W efekcie niektóre elektrody robocze biorą mniejszy udział w generacji plazmy, co pogarsza jej przestrzenny rozkład w komorze wyładowczej reaktora. Zastosowanie dwóch elektrod zapłonowych umieszczonych obok dyszy wlotowej w dużym stopniu eliminuje problem zakłóceń przepływu gazu, jednak wprowadza niejednakowe warunki do zapłonu wyładowania na poszczególnych elektrodach roboczych. Przy takim rozwiązaniu występują różne przerwy międzyelektrodowe pomiędzy elektrodami zapłonowymi a poszczególnymi elektrodami roboczymi. W efekcie na niektórych elektrodach roboczych rzadziej dochodzi do zapłonu wyładowania elektrycznego. W znacznym stopniu pogarsza to warunki generacji plazmy, obróbki plazmowej gazu oraz współpracy reaktora z układem zasilania w energię elektryczną.

Problemem technicznym do rozwiązania jest zapewnienie dobrych warunków do zapłonu i rozwoju wyładowania elektrycznego w reaktorze wykorzystywanym w procesach plazmowej obróbki gazów celem zmiany ich parametrów chemicznych i fizycznych oraz dobrych warunków współpracy reaktora plazmowego z układem zasilania w energię elektryczną, jak również zapewnienie możliwości kontroli i sterowania wyładowaniem elektrycznym niezależnie dla każdej fazy.

Przedmiotem wzoru użytkowego jest wielofazowy reaktor plazmowy z centralną elektrodą neutralną, posiadający komorę wyładowczą, elektrody fazowe, elektrodę neutralną, elektrody zapłonowe, kanały napływu gazu plazmotwórczego. Jego istotą jest to, że składa się z komory wyładowczej posiadającej podstawę i część cylindryczną, zaś do ścianki podstawy od wewnętrznej strony zamocowane są za pomocą przepustów prądowych trzy elektrody robocze, rozmieszczone promieniowo i symetrycznie wokół osi symetrii komory wyładowczej w równych odstępach kątowych 120° . Każda elektroda robocza posiada kształt płyty o dwóch ściankach ułożonych pod kątem prostym oraz trzeciej ścianie o zarysie łuku. Każda z elektrod roboczych podłączona jest do osobnej fazy układu zasilania w energię elektryczną, do którego są one podłączone przewodami. W osi cylindrycznej komory wyładowczej zamocowana jest prętowa elektroda neutralna podłączona do przewodu neutralnego układu zasilania w energię elektryczną. W dolnej strefie przestrzeni między poszczególnymi elektrodami roboczymi a elektrodą neutralną zamocowana jest do podstawy, poprzez przepusty prądowe, para prętowych elektrod zapłonowych, które podłączone są przewodami do osobnego obwodu zasilania w energię elektryczną. Tutdzież pomiędzy każdą elektrodą roboczą 3 a elektrodą neutralną zamocowany jest do podstawy wylot kanału doprowadzenia gazu podłączony do układu zasilania w gazy plazmotwórcze.

Korzystnym skutkiem zastosowania wzoru użytkowego jest zapewnienie dobrych warunków do zapłonu i rozwoju wyładowania elektrycznego w reaktorze oraz dobrych warunków współpracy reaktora plazmowego z układem zasilania w energię elektryczną, jak również zapewnienie możliwości kontroli i sterowania wyładowaniem elektrycznym niezależnie dla każdej fazy. Umieszczenie w osi układu elektrod roboczych prętowej elektrody neutralnej podłączonej do przewodu neutralnego sieci wielofazowej zapewni jednakowe napięcia zasilania wyładowań elektrycznych palących się między każdą z elektrod roboczych a elektrodą neutralną poprzez wyeliminowanie napięcia niesymetrii. Poprzez zastosowanie dwóch osobnych elektrod zapłonowych do inicjacji wyładowania elektrycznego dla każdej pary elektrody roboczej i elektrody neutralnej polepsza się warunki do zapłonu wyładowania oraz umożliwia zasilanie elektrod roboczych napięciem niższym od wymaganego do zapłonu wyładowania.

Umieszczenie kanałów dolotowych gazu plazmotwórczego między każdą z elektrod roboczych a elektrodą neutralną pozwala na wprowadzanie gazu bezpośrednio do obszaru występowania plazmy minimalizując turbulencje przepływu gazu w komorze wyładowczej.

Przedmiot wzoru użytkowego jest uwidoczniony na rysunku, na którym poszczególne figury przedstawiają:

fig. 1 – wielofazowy reaktor plazmowy z centralną elektrodą neutralną w widoku izometrycznym,

fig. 2 – wielofazowy reaktor plazmowy z centralną elektrodą neutralną w widoku izometrycznym bez obudowy komory wyładowczej,

fig. 2a – szczegół z fig. 2,

fig. 3 – wielofazowy reaktor plazmowy z centralną elektrodą neutralną w widoku izometrycznym z dołu,

fig. 4 – wielofazowy reaktor plazmowy z centralną elektrodą neutralną w widoku od góry,

fig. 5 – układ zasilania wielofazowego reaktora plazmowego z centralną elektrodą neutralną w energię elektryczną i gazy plazmotwórcze.

Wielofazowy reaktor plazmowy z centralną elektrodą neutralną składa się z komory wyładowczej 1 składającej się z podstawy i części cylindrycznej. Do ścianki podstawy od wewnętrznej strony zamocowane są za pomocą przepustów prądowych 2a trzy elektrody robocze 3, rozmieszczone promieniowo i symetrycznie wokół osi symetrii komory wyładowczej w równych odstępach kątowych 120° . Każda z elektrod roboczych 3 podłączona jest do osobnej fazy układu zasilania w energię elektryczną 4, do którego są one podłączone przewodami L1, L2, L3. W osi cylindrycznej komory wyładowczej 1 zamocowana jest prętowa elektroda neutralna 5 podłączona do przewodu neutralnego układu zasilania w energię elektryczną 4. W dolnej strefie przestrzeni między poszczególnymi elektrodami roboczymi 3 a elektrodą neutralną 5 zamocowana jest do podstawy, poprzez przepusty prądowe 2b, para prętowych elektrod zapłonowych 6a, 6b, które podłączone są przewodami Z1, Z2 do osobnego obwodu zasilania w energię elektryczną 7. Pomędzy każdą elektrodą roboczą 3 a elektrodą neutralną 5 zamocowany jest do podstawy wylot kanału doprowadzenia gazu 8 podłączony do układu zasilania w gazy plazmotwórcze 9.

Gaz plazmotwórczy wprowadzany jest do komory wyładowczej reaktora plazmowego 1 przez kanały napływu gazu plazmotwórczego 8 kierujące jego napływ do przestrzeni między elektrodami zapłonowymi 6a, 6b i między elektrodą roboczą 3 a elektrodą neutralną 5. Pomędzy elektrodami zapłonowymi 6a, 6b zasilanymi napięciem wyższym niż 2 kV i prądem niższym od 1 A płonie wyładowanie elektryczne jonizujące przestrzeń pomiędzy elektrodą fazową 3 a elektrodą neutralną 5. We wstępnie zjonizowanej przestrzeni następuje zapłon wyładowania elektrycznego pomiędzy elektrodą roboczą 3 a elektrodą neutralną 5. Wstępne zjonizowanie przestrzeni międzyelektrodowej pozwala obniżyć napięcie zasilania elektrody roboczej 3 do wartości niższej od wymaganej do przebicia odległości między tą elektrodą a elektrodą neutralną 5. Pod wpływem sił gazodynamicznych i elektrodynamicznych wyładowanie przesuwa się wzdłuż elektrody roboczej 3 i elektrody neutralnej 5 zwiększając swoją długość i objętość. Elektroda neutralna 5 wymusza płonienie wyładowań elektrycznych w liczbie równej liczbie elektrod fazowych. Wyładowania te zapalają się i płoną niezależnie do siebie. Elektroda neutralna 5 pozwala na zasilanie poszczególnych wyładowań elektrycznych jednakowymi wartościami napięć fazowych.

Zastrzeżenie ochronne

1. Wielofazowy reaktor plazmowy z centralną elektrodą neutralną, posiadający komorę wyładowczą, elektrody robocze, elektrodę neutralną, elektrody zapłonowe, kanały napływu gazu plazmotwórczego, **znamienny tym**, że składa się z komory wyładowczej (1) posiadającej podstawę i część cylindryczną, **zaś** do ścianki podstawy od wewnętrznej strony zamocowane są za pomocą przepustów prądowych (2a) trzy elektrody robocze (3), rozmieszczone promieniowo i symetrycznie wokół osi symetrii komory wyładowczej w równych odstępach kątowych 120° , **zaś** każda elektroda robocza (3) posiada kształt płyty o dwóch ściankach ułożonych pod kątem prostym oraz trzeciej ścianie o zarysie łuku, **przy czym** każda z elektrod roboczych (3) podłączona jest do osobnej fazy układu zasilania w energię elektryczną (4), do którego są one podłączone przewodami (L1, L2, L3), **zaś** w osi cylindrycznej komory wyładowczej (1) zamocowana jest prętowa elektroda neutralna (5) podłączona do przewodu neutralnego układu zasilania w energię elektryczną (4), **tudzież** w dolnej strefie przestrzeni między poszczególnymi elektrodami roboczymi (3) a elektrodą neutralną (5) zamocowana jest do podstawy, poprzez przepusty

prądowe (2b), para prętowych elektrod zapłonowych (6a, 6b), które połączone są przewodami (Z1, Z2) do osobnego obwodu zasilania w energię elektryczną (7), **natomiast** pomiędzy każdą elektrodą roboczą (3) a elektrodą neutralną (5) zamocowany jest do podstawy wylot kanału doprowadzenia gazu (8) podłączony do układu zasilania w gazy plazmo-twórcze (9).

Rysunki

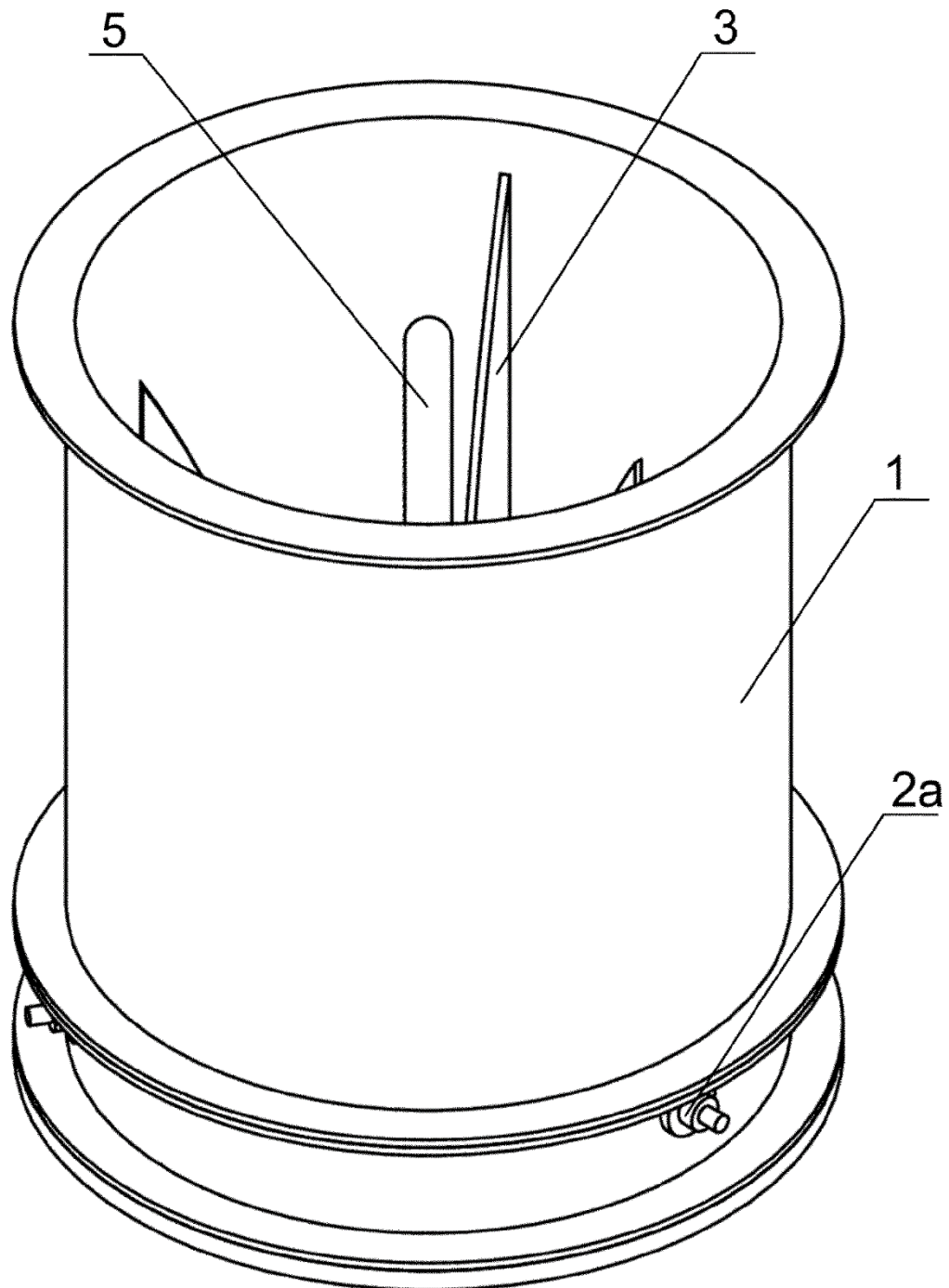


Fig. 1

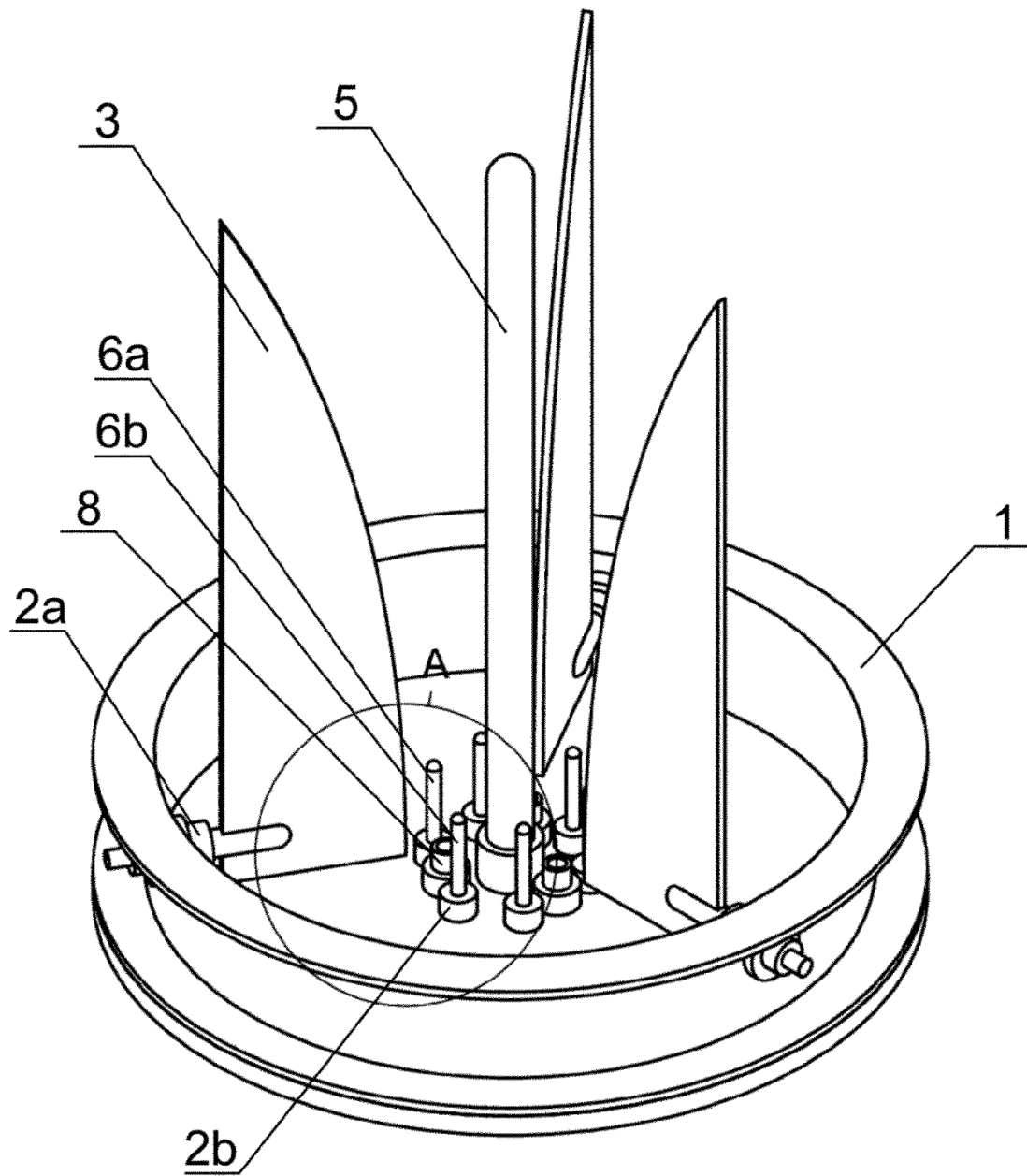


Fig. 2

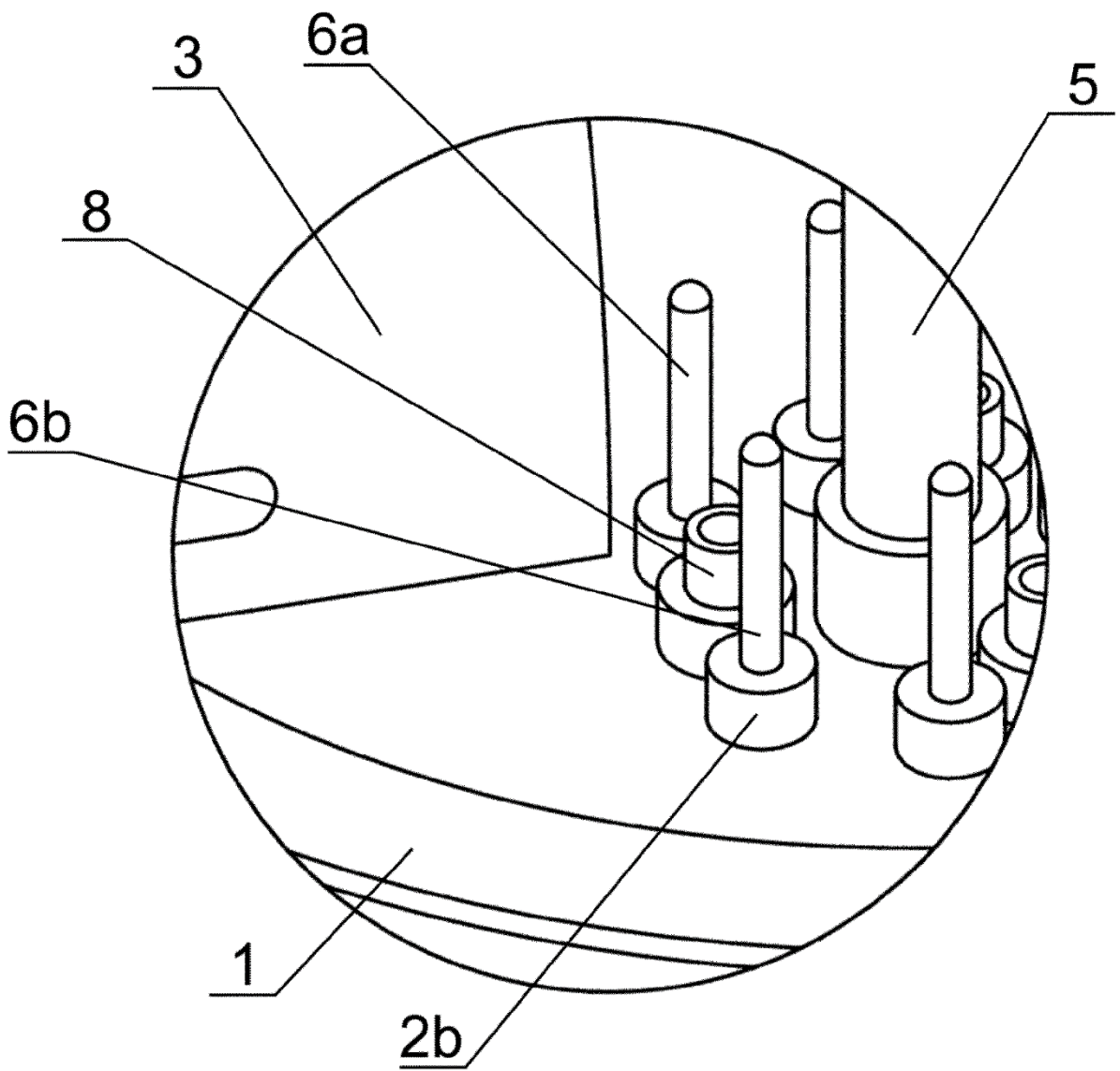


Fig. 2a

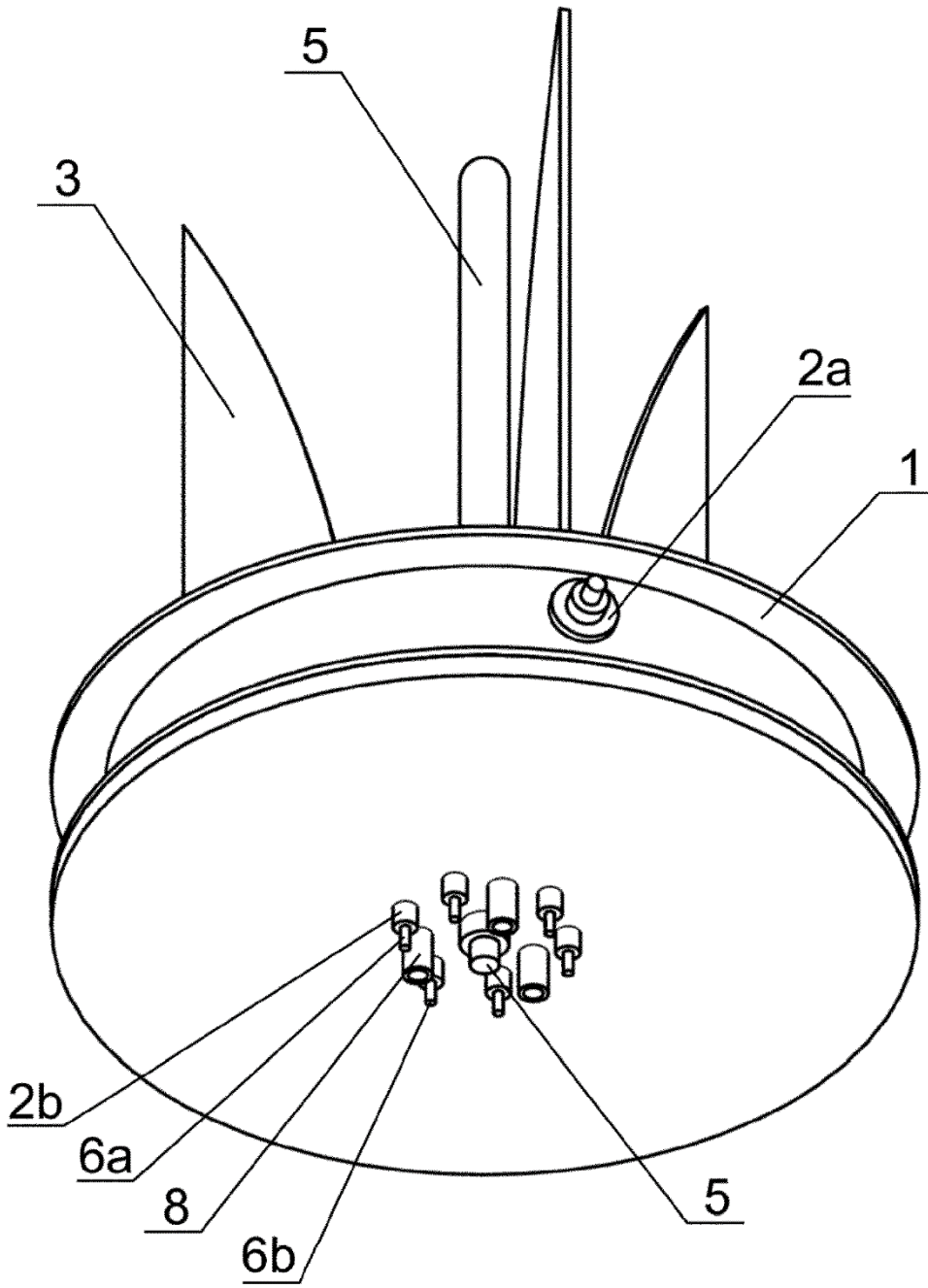


Fig. 3

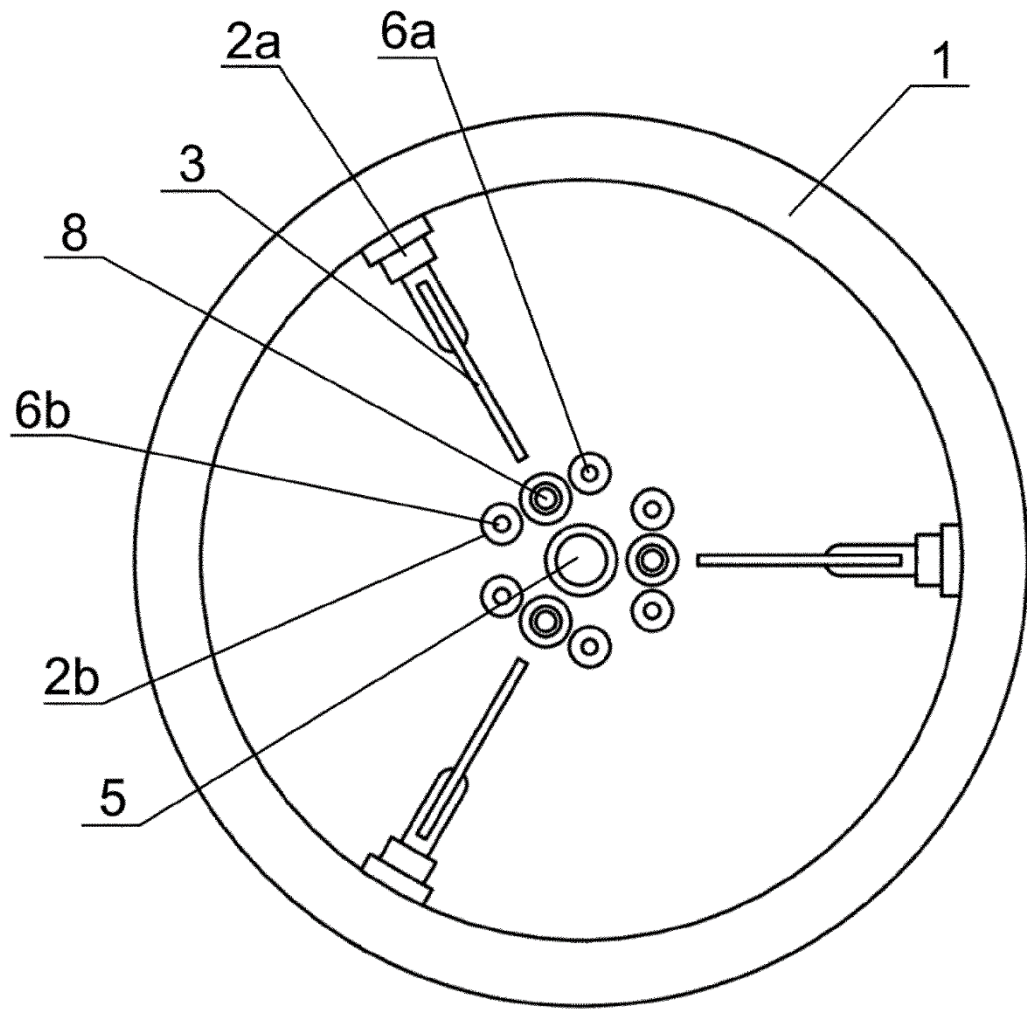


Fig. 4

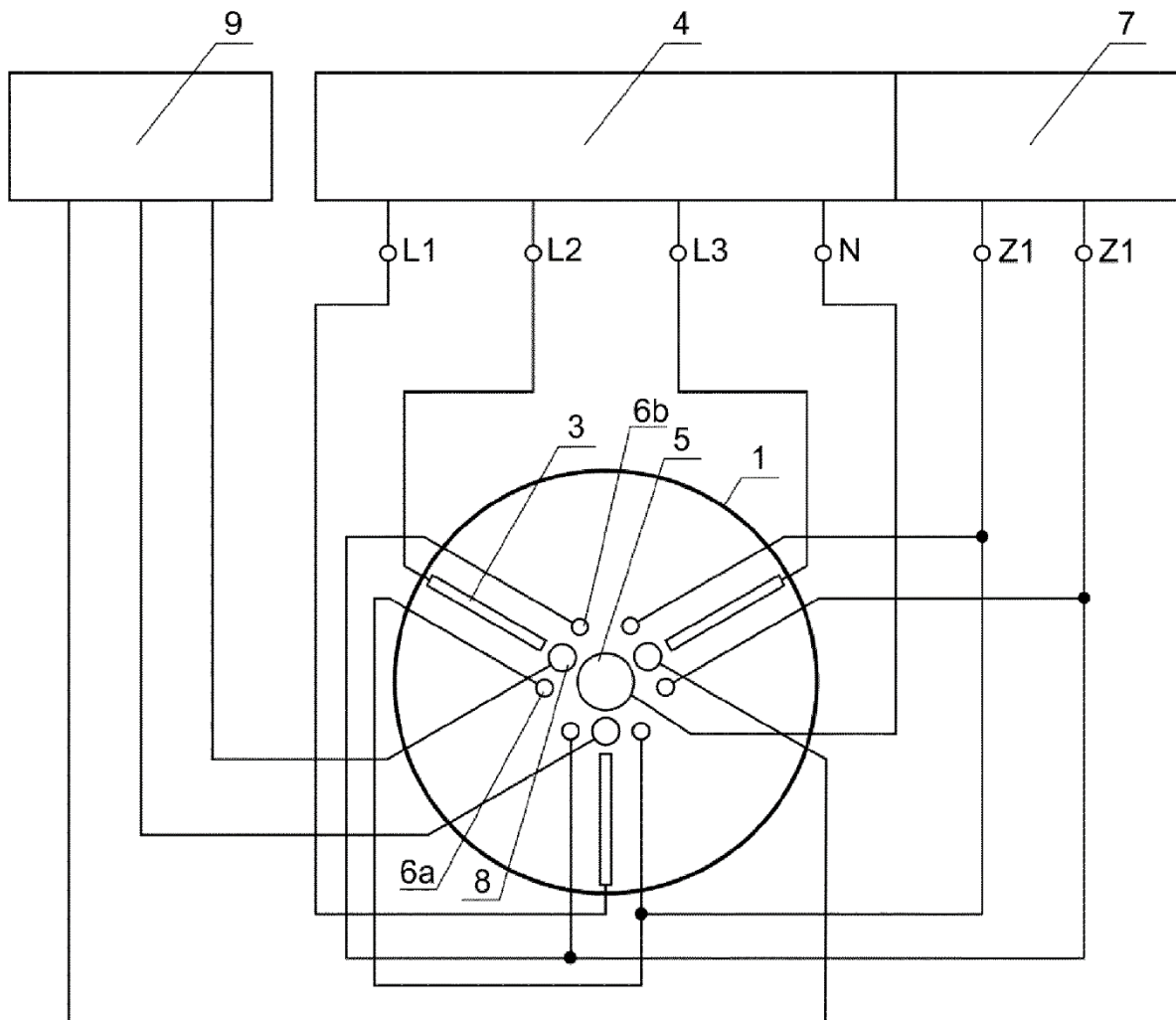


Fig. 5