(19) URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

(10) **PL 242860 B1**

(12) # Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **435112**
(22) Data zgłoszenia: **2020.08.27**
(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.02.28 BUP 09/2022**
(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.05.08 WUP 19/2023**

(51) MKP:
F16J 15/42 *(2006.01)*
F16J 15/53 *(2006.01)*
F04D 29/10 *(2006.01)*

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM.STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
WŁODZIMIERZ OCHOŃSKI, Kraków, PL
MARIUSZ FILIPOWICZ, Wola Zachariaszowska, PL
KAROLINA PAPIS-FRĄCZEK, Odrzywół, PL
SZYMON PODLASEK, Dębica, PL

(74) Pełnomocnik:
Patrycja Rosół, Kraków, PL

(54) Tytuł:
Hybrydowe uszczelnienie wielostopniowe z cieczą magnetyczną dla wału obrotowego

PL 242860 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest hybrydowe uszczelnienie wielostopniowe z cieczą magnetyczną dla wału obrotowego, które stanowi połączenie osiowo-promieniowego uszczelnienia labiryntowego oraz uszczelnień z cieczą magnetyczną i znajduje zastosowanie w budowie maszyn i urządzeń o ruchu obrotowym, pracujących pod ciśnieniem w środowisku gazowym lub w warunkach próżni.

Znane jest z opisu patentowego PL221037 B1 wielostopniowe uszczelnienie z cieczą magnetyczną dla wału obrotowego, zawierające tulejki kołnierzowe, magnesy trwałe spolaryzowane osiowo, wielokrawędziowe nabiegunniki oraz ciecz magnetyczną które charakteryzuje się tym, że tulejki kołnierzowe symetryczne osadzone w obudowie lub na wale mają w otworach rozmieszczonych na obwodzie umieszczone walcowe magnesy trwałe, a w wytoczeniach tych tulejek umocowane są wielokrawędziowe nabiegunniki. Ponadto w komorach utworzonych pomiędzy dwoma sąsiednimi tulejkami symetrycznymi znajdują się kołnierze tulejek niesymetrycznych osadzonych na wale lub w obudowie. Ciecz magnetyczna znajduje się w szczelinach pierścieniowych utworzonych pomiędzy występami uszczelniającymi usytuowanymi na wewnętrznych powierzchniach walcowych nabiegunników, a zewnętrznymi powierzchniami walcowymi tulejek kołnierzowych niesymetrycznych osadzonych na wale lub w szczelinach pierścieniowych utworzonych pomiędzy występami uszczelniającymi usytuowanymi na zewnętrznych walcowych powierzchniach nabiegunników, a wewnętrznymi walcowymi powierzchniami tulejek kołnierzowych niesymetrycznych osadzonych w obudowie.

Znane jest także z opisu patentowego PL223204 B1 uszczelnienie hybrydowe z cieczą magnetyczną dla wału obrotowego, zawierające tulejki kołnierzowe, wielokrawędziowe nabiegunniki, magnesy trwałe spolaryzowane osiowe i ciecz magnetyczną które charakteryzuje się tym, że tulejki kołnierzowe przedzielone nabiegunnikami o przekroju prostokątnym i magnesem trwałym osadzone są w obudowie lub na wale, a w komorach utworzonych pomiędzy nabiegunnikami a tulejkami kołnierzowymi umieszczone są nabiegunniki w kształcie tulejek kołnierzowych z występami uszczelniającymi wykonanymi na powierzchniach walcowych kołnierzy i osadzone na wale lub w obudowie, zaś na powierzchniach walcowych nabiegunników umieszczone są magnesy trwałe i nabiegunniki o przekroju prostokątnym. Ciecz magnetyczna znajduje się w pierścieniowych szczelinach utworzonych pomiędzy występami uszczelniającymi nabiegunników, a odpowiednimi powierzchniami walcowymi wewnętrznymi lub zewnętrznymi tulejek kołnierzowych oraz pomiędzy występami uszczelniającymi nabiegunników, a odpowiednimi powierzchniami walcowymi zewnętrznymi lub wewnętrznymi nabiegunników w kształcie tulejek kołnierzowych.

W opisie patentowym PL225374 B1 przedstawiono wielostopniowe uszczelnienie z cieczą magnetyczną dla wału obrotowego, w którym tulejki kołnierzowe nośne osadzone w obudowie lub na wale, przedzielone pierścieniowym magnesem trwałym mają w otworach wykonanych w kołnierzach umieszczone walcowe magnesy trwałe, a po obu stronach kołnierzy umocowane są wielokrawędziowe nabiegunniki o przekroju prostokątnym. Ponadto w komorach utworzonych pomiędzy tulejkami nośnymi znajdują się kołnierze nabiegunników w postaci tulejek kołnierzowych z występami uszczelniającymi usytuowanymi na walcowych powierzchniach kołnierzy, przedzielone pierścieniowym magnesem trwałym, osadzone na wale lub w obudowie. Ciecz magnetyczna znajduje się w szczelinach pierścieniowych, utworzonych pomiędzy występami uszczelniającymi nabiegunników o przekroju prostokątnym, a zewnętrznymi lub wewnętrznymi powierzchniami cylindrycznymi nabiegunników w postaci tulejek kołnierzowych oraz w szczelinach pierścieniowych, utworzonych pomiędzy występami uszczelniającymi nabiegunników w postaci tulejek kołnierzowych, a wewnętrznymi lub zewnętrznymi powierzchniami cylindrycznymi tulejek kołnierzowych nośnych.

Z kolei w zgłoszeniu patentowym PL423123 A1 ujawniono hybrydowe uszczelnienie wału, które charakteryzuje się tym, że w tulejce kołnierzowej symetrycznej osadzonej w obudowie lub na wale obrotowym umocowane są walcowe magnesy trwałe, umieszczone w otworach rozłożonych równomiernie w kołnierzu, do którego przylegają obustronnie wielokrawędziowe nabiegunniki, umocowane na wewnętrznych lub zewnętrznych walcowych powierzchniach tulejki. Ponadto, na wale obrotowym lub w obudowie osadzone są tulejki kołnierzowe niesymetryczne, w których umocowane są również walcowe magnesy trwałe, rozłożone równomiernie w kołnierzach, do których przylegają obustronnie wielokrawędziowe nabiegunniki, umocowane na zewnętrznych lub wewnętrznych walcowych powierzchniach tulejek kołnierzowych. Ciecz magnetyczna znajduje się w pierścieniowych szczelinach, utworzonych pomiędzy występami uszczelniającymi usytuowanymi na wewnętrznych lub zewnętrznych powierzchniach walcowych nabiegunników, a zewnętrznymi lub wewnętrznymi powierzchniami walcowymi

tulejek kołnierzowych niesymetrycznych oraz w szczelinach pierścieniowych pomiędzy występami uszczelniającymi usytuowanymi na zewnętrznych lub wewnętrznych powierzchniach walcowych nabiegunników, a wewnętrznymi lub zewnętrznymi powierzchniami walcowymi tulejki kołnierzowej symetrycznej.

Celem niniejszego wynalazku jest opracowanie konstrukcji hybrydowego uszczelnienia wielostopniowego z cieczą magnetyczną dla wału obrotowego, zapewniającej jego wysoką szczelność w przypadku zastosowania go w budowie maszyn i urządzeń pracujących pod ciśnieniem w środowisku gazowym lub w warunkach próżni.

Istota hybrydowego uszczelnienia wielostopniowego z cieczą magnetyczną dla wału obrotowego zawierającego tulejki kołnierzowe, wielokrawędziowe nabiegunniki ruchome, wielokrawędziowe nabiegunniki nieruchome, pierścieniowe magnesy trwałe spolaryzowane osiowo oraz ciecz magnetyczną, według wynalazku, charakteryzuje się tym, że w komorze dławnicowej obudowy umieszczone są co najmniej dwie pary wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych o przekroju teowym przedzielonych pierścieniowymi magnesami trwałymi, zaś na wale obrotowym osadzona jest co najmniej jedna para wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych o przekroju teowym przedzielona pierścieniowym magnesem trwałym oraz dwie ruchome tulejki kołnierzowe o przekroju teowym z kołnierzami skierowanymi w stronę obudowy, usytuowane na końcach uszczelnienia i oddzielone od pary wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych o przekroju teowym pierścieniowymi magnesami trwałymi. Szerokość magnesu trwałego osadzonego w obudowie i magnesów trwałych umieszczonych pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami nieruchomymi jest taka sama jak magnesów trwałych osadzonych na wale obrotowym i magnesu trwałego umieszczonego pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami ruchomymi. Magnes trwały osadzony w obudowie oraz magnesy trwałe umieszczone pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami nieruchomymi są ustawione w układzie biegunów N-S, a magnesy trwałe osadzone na wale obrotowym i magnes trwały umieszczony pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami ruchomymi są ustawione w układzie biegunów S-N. Wielokrawędziowe nabiegunniki nieruchome umieszczone są z luzem pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami ruchomymi i ruchomymi tulejkami kołnierzowymi, położonymi na końcach uszczelnienia, zaś wielokrawędziowe nabiegunniki ruchome umieszczone są z luzem pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami nieruchomymi. Ciecz magnetyczna znajduje się w szczelinach pierścieniowych pomiędzy występami uszczelniającymi wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych, a przylegającymi do nich wewnętrznymi powierzchniami cylindrycznymi wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych oraz w szczelinach pierścieniowych pomiędzy występami uszczelniającymi wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych, a przylegającymi do nich zewnętrznymi powierzchniami walcowymi wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych oraz ruchomych tulejek kołnierzowych. Ponadto, komora dławnicowa zamknięta jest od strony zewnętrznej pokrywą, w której umieszczone jest uszczelnienie, złożone z dwóch wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych o przekroju prostokątnym, przedzielonych pierścieniowym magnesem trwałym i cieczy magnetycznej, znajdującej się w szczelinach pierścieniowych pomiędzy występami uszczelniającymi nabiegunników, a wałem obrotowym.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku w półprzekroju wzdłużnym.

Hybrydowe uszczelnienie wielostopniowe z cieczą magnetyczną dla wału obrotowego składa się z tulejek kołnierzowych 3 o przekroju teowym, wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych 4 o przekroju teowym, wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych 5 o przekroju teowym, pierścieniowych magnesów trwałych 6, 7, 8, 9, spolaryzowanych osiowo i cieczy magnetycznej 10. W komorze dławnicowej obudowy 2 umieszczone są co najmniej dwie pary wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych 5 oddzielonych od siebie pierścieniowym magnesem trwałym 6, zaś na wale obrotowym 1 osadzona jest co najmniej jedna para wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych 4 oraz dwie ruchome tulejki kołnierzowe 3, z kołnierzami skierowanymi w stronę obudowy 2, usytuowane na końcach uszczelnienia i oddzielone od pary wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych 4 pierścieniowymi magnesami trwałymi 7. Ponadto, w kołnierzach 5a wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych 5 wykonane są wytoczenia, w których osadzone są pierścieniowe magnesy trwałe 9, zaś w kołnierzach 4a wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych 4 wykonane są wytoczenia, w których osadzony jest pierścieniowy magnes trwały 8. Szerokości pierścieniowych magnesów trwałych 6, 7 oraz magnesów trwałych 8, 9 są jednakowe. Poza tym, magnes trwały 6 osadzony w obudowie 2 oraz magnesy trwałe 9 umieszczone pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami nieruchomymi 5 są ustawione w układzie biegunów N-S, a magnes trwały 8 umieszczony pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami

ruchomymi 4 oraz magnesy trwałe 7 osadzone na wale obrotowym 1 ustawione są w układzie biegunów S-N. Wielokrawędziowe nabiegunniki nieruchome 5 umieszczone są z luzem pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami ruchomymi 4 i ruchomymi tulejkami kołnierzowymi 3, umieszczonymi na końcach pakietu uszczelniającego, zaś wielokrawędziowe nabiegunniki ruchome 4 umieszczone są z luzem pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami nieruchomymi 5. Ciecz magnetyczna 10 znajduje się w szczelinach pierścieniowych δ pomiędzy występami uszczelniającymi wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych 4, a przylegającymi do nich wewnętrznymi powierzchniami cylindrycznymi wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych 5 oraz w szczelinach pierścieniowych δ pomiędzy występami uszczelniającymi wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych 5, a przylegającymi do nich zewnętrznymi powierzchniami walcowymi wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych 4 oraz ruchomych tulejek kołnierzowych 3. Pierścień osadczy sprężynujący 13 ustala położenie tulejek kołnierzowych 3, wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych 4 oraz pierścieniowych magnesów trwałych 7 na wale obrotowym 1. Pokrywa 11 zamyka od zewnątrz komorę dławnicową i mocuje wielokrawędziowe nabiegunniki nieruchome 5 i pierścieniowy magnes trwały 6 w obudowy 2. Ponadto, komora dławnicowa zamknięta jest od strony zewnętrznej pokrywą 11, w której umieszczone jest uszczelnienie, złożone z dwóch wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych o przekroju prostokątnym 12, przedzielonych pierścieniowym magnesem trwałym 8 i cieczą magnetyczną 10, znajdującą się w szczelinach pierścieniowych pomiędzy występami uszczelniającymi nabiegunników 12, a wałem obrotowym 1. Zamknięte obwody magnetyczne ϕ_1, ϕ_3 utworzone są przez ruchome tulejki kołnierzowe 3, wielokrawędziowe nabiegunniki nieruchome 5, wielokrawędziowe nabiegunniki ruchome 4, pierścieniowe magnesy trwałe 7, 9 i ciecz magnetyczną 10, a zamknięty obwód magnetyczny ϕ_2 utworzony jest przez wielokrawędziowe nabiegunniki nieruchome 4, wielokrawędziowe nabiegunniki ruchome 4, pierścieniowe magnesy trwałe 6, 8 i ciecz magnetyczną 10. Z kolei zamknięty obwód magnetyczny ϕ_4 utworzony jest przez wał obrotowy 1, magnes trwały 8, wielokrawędziowe nabiegunniki 12 i ciecz magnetyczną 10.

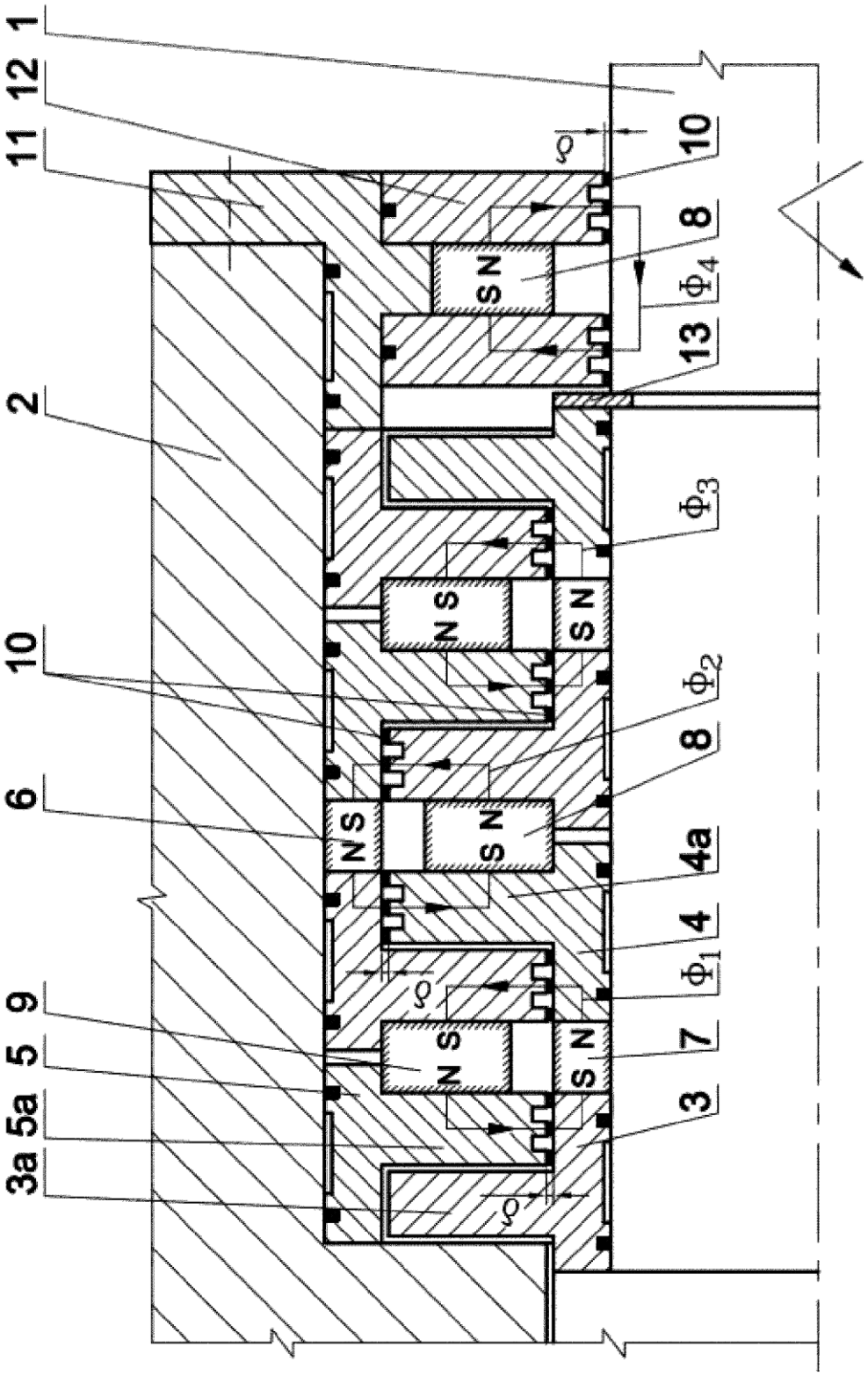
W warunkach eksploatacji uszczelnienia według wynalazku, szczelność zapewnia osiowo-promieniowe uszczelnienie labiryntowe, powstałe pomiędzy tulejkami kołnierzowymi 3 oraz wielokrawędziowymi nabiegunnikami ruchomymi 4 i wielokrawędziowymi nabiegunnikami nieruchomymi 5, osadzonymi w komorze dławnicowej obudowy 2 oraz na wale obrotowym 1, a ponadto ciecz magnetyczna 10 utrzymywana siłami pola magnetycznego w pierścieniowych szczelinach δ pomiędzy występami uszczelniającymi wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych 4 i wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych 5, a odpowiednimi powierzchniami cylindrycznymi tulejek kołnierzowych 3 oraz odpowiednimi powierzchniami cylindrycznymi wielokrawędziowych nabiegunników 4, 5, tworząc bariery uszczelniające dla czynnika roboczego. Dodatkową barierę uszczelniającą stanowi uszczelnienie umieszczone w pokrywie 11, złożone z dwóch wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych 12 o przekroju prostokątnym, przedzielonych pierścieniowym magnesem trwałym 8 i cieczy magnetycznej 10.

Zastrzeżenie patentowe

1. Hybrydowe uszczelnienie wielostopniowe z cieczą magnetyczną dla wału obrotowego, zawierające tulejki kołnierzowe, wielokrawędziowe nabiegunniki ruchome, wielokrawędziowe nabiegunniki nieruchome, pierścieniowe i walcowe magnesy trwałe spolaryzowane osiowo oraz ciecz magnetyczną **znamienne tym**, że w komorze dławnicowej obudowy (2) umieszczone są co najmniej dwie pary wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych (5) o przekroju teowym, przedzielonych pierścieniowymi magnesami trwałymi (9), zaś na wale obrotowym (1) osadzona jest co najmniej jedna para wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych (4) o przekroju teowym, przedzielona pierścieniowym magnesem trwałym (8) oraz dwie ruchome tulejki kołnierzowe (3) o przekroju teowym z kołnierzami (3a) skierowanymi w stronę obudowy (2) usytuowane na końcach uszczelnienia i oddzielone od pary wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych (4) o przekroju teowym pierścieniowymi magnesami trwałymi (7), przy czym szerokości pierścieniowych magnesów trwałych (6, 7) osadzonych w obudowie (2) i na wale obrotowym (1) oraz szerokości pierścieniowych magnesów trwałych (8, 9) umieszczonych pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami nieruchomymi (5) oraz pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami ruchomymi (4) są jednakowe, natomiast magnes trwały (6) osadzony w obudowie (2) i magnesy trwałe (9) umieszczone pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami nieruchomymi (5) są ustawione w układzie biegunów N-S, a magnesy trwałe

(7) osadzone na wale obrotowym (1) i magnes trwały (8) umieszczony pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami ruchomymi (4) są ustawione są w układzie biegunów S-N, zaś wielokrawędziowe nabiegunniki nieruchome (5) umieszczone są z luzem pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami ruchomymi (4) i ruchomymi tulejkami kołnierzowymi (3), położonymi na końcach uszczelnienia, zaś wielokrawędziowe nabiegunniki ruchome (4) umieszczone są z luzem pomiędzy wielokrawędziowymi nabiegunnikami nieruchomymi (5), przy czym ciecz magnetyczna (10) znajduje się w szczelinach pierścieniowych (δ) pomiędzy występami uszczelniającymi wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych (4), a przylegającymi do nich wewnętrznymi powierzchniami cylindrycznymi wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych (5) oraz w szczelinach pierścieniowych (δ) pomiędzy występami uszczelniającymi wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych (5), a przylegającymi do nich zewnętrznymi powierzchniami walcowymi wielokrawędziowych nabiegunników ruchomych (4) oraz ruchomych tulejek kołnierzowych (3), a komora dławnicowa zamknięta jest od strony zewnętrznej pokrywą (11), w której umieszczone jest uszczelnienie, złożone z dwóch wielokrawędziowych nabiegunników nieruchomych (12) o przekroju prostokątnym, przedzielonych pierścieniowym magnesem trwałym (8) i cieczy magnetycznej (10), znajdującej się w szczelinach pierścieniowych pomiędzy występami uszczelniającymi nabiegunników (12), a wałem obrotowym (1).

Wykaz oznaczeń na rysunku

1 – wał obrotowy
2 – obudowa
3 – tulejka kołnierzowa
4 – wielokrawędziowy nabiegunnik ruchomy
5 – wielokrawędziowy nabiegunnik nieruchomy
3a, 4a, 5a – kołnierze
6, 7, 8, 9 – pierścieniowe magnesy trwałe
10 – ciecz magnetyczna
11 – pokrywa
12 – wielokrawędziowy nabiegunnik o przekroju prostokątnym
13 – pierścień osadczy sprężynujący
δ – szczelina pierścieniowa
ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3, ϕ_4 – zamknięte obwody magnetyczne

Rysunek