RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **235349**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **412579**

(22) Data zgłoszenia: **02.06.2015**

(51) Int.Cl.
G01N 1/42 (2006.01)
G01N 25/00 (2006.01)
F17C 3/02 (2006.01)
F17C 3/08 (2006.01)

(54) **Głowica układu do badania materiałów i demonstracji zjawisk obserwowanych w obszarze niskich temperatur**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
05.12.2016 BUP 25/16

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
29.06.2020 WUP 08/20

(73) Uprawniony z patentu:
INSTYTUT FIZYKI MOLEKULARNEJ POLSKIEJ AKADEMII NAUK, Poznań, PL
POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL
POLSKIE GÓRNICTWO NAFTOWE I GAZOWNICTWO SPÓŁKA AKCYJNA, Warszawa, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
WOJCIECH KEMPIŃSKI, Ostrów Wielkopolski, PL
ZBIGNIEW TRYBUŁA, Odolanów, PL
SZYMON ŁOŚ, Nowe Kamienice, PL
MARCIN WRÓBLEWSKI, Piotrowo Pierwsze, PL
MACIEJ CHOROWSKI, Wrocław, PL
JAROSŁAW POLIŃSKI, Wrocław, PL
KATARZYNA CHOŁAST, Topola Mała, PL
ANDRZEJ KOCIEMBA, Ostrów Wielkopolski, PL
MATEUSZ KEMPIŃSKI, Poznań, PL
MARCIN WŁOSZCZYK, Ostrów Wielkopolski, PL

PL 235349 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest głowica układu do badania materiałów i demonstracji zjawisk obserwowanych w obszarze niskich temperatur, która pozwoli polepszyć warunki izolacji termicznej w zestawach projektowanych do badań niskotemperaturowych, umożliwiając osiąganie temperatur poniżej przemiany helu (^{4}He, notacja: hel4, helu4) do fazy nadpłynnej, tj. do 1,5 K.

Nadpłynność, zwana również nadciekłością, jest zjawiskiem z obszaru fizyki kwantowej. Dobrze wyznaczony i opisywany w licznych publikacjach diagram fazowy dla naturalnie występującego na Ziemi izotopu helu ^{4}He pokazuje, że obniżając jego temperaturę w obszarze cieczy, przy ciśnieniu mniejszym niż 25 atm, nie udaje się uzyskać przemiany tej cieczy do fazy zestalonej. W procesie obniżania temperatury ciekłego helu4 natrafiamy na specyficzny punkt, na diagramie fazowym oznaczany literą λ. Punkt ten występuje w temperaturze $T_\lambda = 2{,}1768$ K. Poniżej punktu λ wrzenie objętościowe helu zanika a jego powierzchnia, mimo dalszego spadku temperatury, pozostaje spokojna – odparowanie zachodzi jedynie z powierzchni helu. Punkt λ to punkt, w którym układ doznaje przemiany fazowej i przechodzi do fazy nadpłynnej.

Badania materiałowe prowadzone w obszarze przemiany λ oraz możliwość zademonstrowania efektów kwantowych obserwowanych w nadpłynnym helu, to zadanie z obszaru fizyki niskich temperatur, gdzie olbrzymią rolę odgrywa sposób izolacji termicznej badanego układu. Znany i powszechnie stosowany jest układ do badania materiałów i demonstracji zjawisk obserwowanych w obszarze niskich temperatur zbudowany z dewara zewnętrznego oraz osadzonego w dewarze zewnętrznym dewara wewnętrznego, przy czym stanowiąca komorę medium obserwowanego komora wewnętrzna dewara wewnętrznego zamknięta jest szczelnie głowicą zawierającą króciec dostępowy do komory wewnętrznej dewara wewnętrznego oraz końcówkę dostępową do otaczającej komorę medium obserwowanego komory próżniowej dewara wewnętrznego. W dewarze wewnętrznym umieszcza się badaną próbkę z możliwością kontroli warunków temperaturowych (do poziomu np. 1 K (ok. -272°C)), dewar zewnętrzny to osłona termiczna z ciekłym azotem o temperaturze 77 K. Dewary zewnętrzny i wewnętrzny wymagają usunięcia gazu z ich przestrzeni próżniowej. Powyższe układy mogą być metalowe i wtedy wyniki badań obserwujemy na wybranej aparaturze pomiarowej, albo szklane gdy pożądany jest kontrolowany wizualnie przebieg badanych procesów. W przypadku gdy hel ma być utrzymywany dłużej w układzie, lub pożądane jest obniżenie temperatury helu do poziomu niższego niż 4,2 K, na przykład 1,5 K, niezbędna jest w powyższym szklanym układzie dodatkowa osłona termiczna w postaci srebrzenia ścianek dewarów szklanych. Srebrzenie dewarów redukuje dopływy ciepła związane z promieniowaniem otoczenia (temperatura na poziomie 300 K). Dla celów obserwacyjnych pozostawia się niesrebrzoną szczelinę (wziernik). Wadą srebrzenia dewarów jest, iż z ich użyciem nie można prowadzić w czasie rzeczywistym grupowych badań czy pokazów, gdyż szczelina (wziernik) umożliwia obserwację w czasie rzeczywistym tylko jednemu badaczowi. Poza tym, pozostawienie szczeliny pogarsza termiczne właściwości osłonowe układu.

Alternatywą dla srebrzenia dewarów jest zastosowanie helu jako osłony termicznej, jest to jednak rozwiązanie zdecydowanie kosztowniejsze w stosunku do azotowej osłony termicznej.

Tak więc, celem rozwiązania jest możliwość użycia zestawu dewarów, w których osłonę termiczną stanowi azot, którego zastosowanie w tym układzie nie wymaga, dla uzyskania pożądanych wielkości temperatur, srebrzenia blokującego prowadzenie w czasie rzeczywistym obserwacji badanych zjawisk wielu obserwatorom.

Celem wynalazku jest rozwiązanie pozwalające w układach wykorzystujących ciecze kriogeniczne regulować temperaturę osłony termicznej w przedziale $77 \div 63$ K.

Głowica układu do badania materiałów i demonstracji zjawisk obserwowanych w obszarze niskich temperatur **według wynalazku charakteryzuje się tym, iż** ma postać tulejkowatego korpusu, w którego górnej części utworzone jest, przeznaczone do osadzania w nim dewara wewnętrznego, gniazdo górne, w którego spodzie umiejscowiona jest uszczelka, do dna gniazda dociskana osadzonym w tym gnieździe, pierścieniem dociskowym górnym; a w którego środkowej części utworzone jest, przeznaczone do osadzania w nim dewara zewnętrznego, gniazdo dolne, w którym umiejscowione są dwie, rozdzielone od siebie pierścieniem dystansowym, uszczelki w kierunku do górnej, zukosowanej części tego gniazda, dociskane osadzonym w tym gnieździe, pierścieniem dociskowym; poza tym w tulejkowatym korpusie zakotwione są pręty stelaża podpierającego osadzany w dewarze zewnętrznym dewar wewnętrzny; pomiędzy gniazdami, górnym i dolnym, wykonany jest w tulejkowatym korpusie przelotowy

otwór zestawiony z króćcem stanowiącym końcówkę dostępową do komory wewnętrznej dewara zewnętrznego; a w ściankę tulejowatego korpusu na odcinku, na którym stanowi ona pobocznicę gniazda dolnego, wbudowany jest, stanowiący końcówkę dostępową do komory próżniowej dewara zewnętrznego, króciec, przed którym w pierścieniu dystansowym utworzony jest przelotowy otwór.

Wynalazek rozwiązuje problem lepszej izolacji termicznej układu do badań i obserwacji materiałów i cieczy kriogenicznych w obszarze nadpłynnego helu4. Zastosowanie głowicy zamykającej dewar zewnętrzny – osłonowy, wypełniany ciekłym azotem, umożliwia, poprzez redukcję ciśnienia, obniżenie temperatury medium osłony termicznej – azotu, do poziomu 63 K (temperatury zestalenia azotu), a to pozwala na rezygnację z antyradiacyjnego ekranu – srebrzenia. Zaletami konstrukcji według wynalazku są:

- obniżona temperatura azotowej osłony termicznej daje możliwość pracy z większą ilością ciekłego (lub nadpłynnego) helu4;
- eliminacja antyradiacyjnego ekranu znacząco polepsza możliwości obserwacji zjawisk zachodzących w cieczy kwantowej oraz badanych w tych warunkach materiałów, na przykład filtrów entropowych, pozwala prowadzić pokazy dla dużej liczby uczestników lub filmowanie zjawisk zachodzących w nadpłynnym helu4. W rozwiązaniu poziom zestalonego azotu można utrzymywać znacząco poniżej poziomu helu co ma znaczenie zarówno demonstracyjne – łatwiejsza obserwacja przemiany λ i takich zjawisk jak *efekt fontannowy* czy *pająk Kapicy*, jak i badawcze – testy filtrów entropowych i analiza zjawisk termomechanicznego i mechanokalorycznego mogą być kontrolowane naocznie i wzbudzane optycznie;
- pozbawiony ekranów radiacyjnych układ umożliwia całościową obserwację i kontrolę zachodzących zmian w badanych układach. Pozwala to w sposób klarowny zademonstrować różnice w zachowaniu się cieczy klasycznej i kwantowej w procesie obniżania temperatury – ciekły azot ulega zestaleniu a ciekły hel4 w punkcie λ przechodzi do fazy nadpłynnej.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia w przekroju wzdłużnym, zamocowaną w układzie dwóch dewarów, głowicę według wynalazku.

Głowica układu do badania materiałów i demonstracji zjawisk obserwowanych w obszarze niskich temperatur w przykładzie wykonania według wynalazku zbudowana jest tulejkowatego korpusu 1, w którego górnej części utworzone jest gniazdo 2 górne, w którego spodzie umiejscowiona jest uszczelka 3 do zukosowanego dna gniazda 2 dociskana osadzonym w tym gnieździe 2 pierścieniem dociskowym 4; a w którego środkowej części korpusu utworzone jest gniazdo 5 dolne, w którym umiejscowione są dwie, rozdzielone od siebie osadzonym pomiędzy nimi pierścieniem dystansowym 6, uszczelki 7 w kierunku do górnej, zukosowanej części tego gniazda 5, dociskane osadzonym w tym gnieździe pierścieniem dociskowym 8 dolnym. Gniazdo 2 górne przeznaczone jest do osadzania w nim dewara wewnętrznego 9, a gniazdo 5 dolne przeznaczone jest do osadzania w nim dewara zewnętrznego 10. W tulejowatym korpusie 1 pomiędzy gniazdami 2, 5, górnym i dolnym, utworzony jest przelotowy otwór 11 zestawiony z króćcem 12 stanowiącym końcówkę dostępową do komory wewnętrznej dewara zewnętrznego 10. W ściankę tulejowatego korpusu 1, która stanowi pobocznicę gniazda 5 dolnego wbudowany jest króciec 13 stanowiący końcówkę dostępową do komory próżniowej dewara zewnętrznego 10, przy czym w pierścieniu dystansowym 6 na wysokości króćca 13 utworzony jest przelotowy otwór 14. Otwór 14 zapewnia ciągłość prześwitu końcówki dostępowej do okna komory próżniowej dewara zewnętrznego 10. W obszarze gniazda 5 dolnego do pobocznicy tulejkowatego korpusu 1 króciec 13 zamocowany jest promieniowo. W rozwiązaniu według wynalazku komora wewnętrzna dewara zewnętrznego 10 zamknięta jest szczelnie głowicą przy użyciu osadzonej w gnieździe 2 pierścieniowej uszczelki 3, która otacza pobocznicę osadzonego w tym gnieździe 2 dewara wewnętrznego 9 i rozpierana jest pomiędzy tą pobocznicą a pobocznicą gniazda 2 pierścieniem dociskowym 4. Uszczelnienie głowicy z zewnętrzną powierzchnią pobocznicy dewara zewnętrznego 10 realizują, rozpierane pomiędzy tą jego pobocznicą a pobocznicą gniazda 5, w którym dewar zewnętrzny 10 jest wprowadzony, uszczelki 7. Uszczelki 7 rozpierane są pierścieniem dociskowym 8. Końcówka dostępowa do komory próżniowej dewara zewnętrznego 10 (króciec 13) służy do utrzymywania w niej próżni i przyłączania pompy próżniowej a końcówka dostępowa do komory wewnętrznej dewara zewnętrznego 10 (króciec 12) służy do przyłączania pompy próżniowej i redukcji ciśnienia medium izolacji termicznej (azotu). Poza tym, w tulejkowatym korpusie 1 zakotwione są, odchodzące od niego w kierunku do dołu pręty 15a stelaża 15 podpierającego osadzany w dewarze zewnętrznym 10 dewar wewnętrzny 9.

W układzie dewarów komora wewnętrzna dewara zewnętrznego 10 stanowi zamkniętą szczelnie głowicą według wynalazku komorę medium izolacji termicznej dla osadzonego w niej dewara wewnętrznego. Zamknięcie komory wewnętrznej dewara zewnętrznego głowicą według wynalazku pozwala na obniżenie ciśnienia nad powierzchnią ciekłego azotu, co skutkuje obniżeniem jego temperatury (do 63 K – temperatury zamarzania azotu). Niższa temperatura osłony termicznej sprawia, iż w dewarze wewnętrznym 9 – helowym można utrzymać większe ilości helu przez dłuższy czas, tak aby możliwe było wykonanie zaplanowanych badań. Dewar wewnętrzny 9 w komorze wewnętrznej dewara zewnętrznego 10 osadzony jest na podpierającym go od dołu stelażu 15 podwieszonym prętami 15a zakowionymi w korpusie głowicy według wynalazku, zamykającej komorę wewnętrzną dewara zewnętrznego 10. Stelaż 15 blokuje ruchu dewara wewnętrznego 9 w kierunku „w dół", który to ruch generowany jest siłą wynikającą z różnicy ciśnień pojawiających się pomiędzy otoczeniem i przestrzenią międzydewarową (komora medium izolacji termicznej) podczas obniżania temperatury osłony termicznej, którą obniża się na skutek redukcji ciśnienia nad powierzchnią cieczy (azotu) umieszczonej w przestrzeni międzydewarowej. W rozwiązaniu stosuje się uszczelnienie głowicy 7, które pozwala na uzyskanie próżni 10^{-6} hPa dla przestrzeni próżniowej dewara zewnętrznego. Możliwość obniżenia ciśnienia w przestrzeni pomiędzy dewarami zewnętrznym 10 i wewnętrznym 9 zapewniają uszczelki 3 oraz 7. To obniżone ciśnienie definiuje zadaną wartość temperatury medium chłodzącego – dla ciekłego azotu jest to zwykle temperatura 63 K (temperatura zestalenia azotu), którą uzyskuje się dla próżni na poziomie $2{,}7 \times 10^{3}$ hPa. Końcówki dostępowe głowicy według wynalazku przyłącza się do systemu pomp próżniowych i kontroli poziomu próżni w przestrzeniach do których stanowią dostęp. Przez końcówkę (króciec 13) wprowadza się również azot do komory medium izolacji termicznej.

Zastrzeżenie patentowe

1. Głowica układu do badania materiałów i demonstracji zjawisk obserwowanych w obszarze niskich temperatur, **znamienna tym**, że ma posiać tulejkowatego korpusu (1), w którego górnej części utworzone jest, przeznaczone do osadzania w nim dewara wewnętrznego (9), gniazdo (2) górne, w którego spodzie umiejscowiona jest uszczelka (3) do dna gniazda (2) dociskana, osadzonym w tym gnieździe (2), pierścieniem dociskowym (4); a w którego środkowej części utworzone jest gniazdo (5) dolne, w którym umiejscowione są dwie, rozdzielone od siebie pierścieniem dystansowym (6), uszczelki (7) w kierunku do górnej, zukosowanej części gniazda (5) dociskane, osadzonym w tym gnieździe (5), pierścieniem dociskowym (8): poza tym w tulejowatym korpusie (1) zakotwione są pręty (15a) stelaża (15) podpierającego osadzany w dewarze zewnętrznym (10) dewar wewnętrzny (9); pomiędzy gniazdami (2, 5), górnym i dolnym, wykonany jest w tulejkowatym korpusie (1) przelotowy otwór (11) zestawiony z króćcem (12) stanowiącym końcówkę dostępową do komory wewnętrznej dewara zewnętrznego (10); a w ściankę tulejowatego korpusu (1) na odcinku, na którym stanowi ona pobocznicę gniazda (5) dolnego wbudowany jest, stanowiący końcówkę dostępową do komory próżniowej dewara zewnętrznego (10), króciec (13), przed którym w pierścieniu dystansowym (6) utworzony jest przelotowy otwór (14).

Rysunek

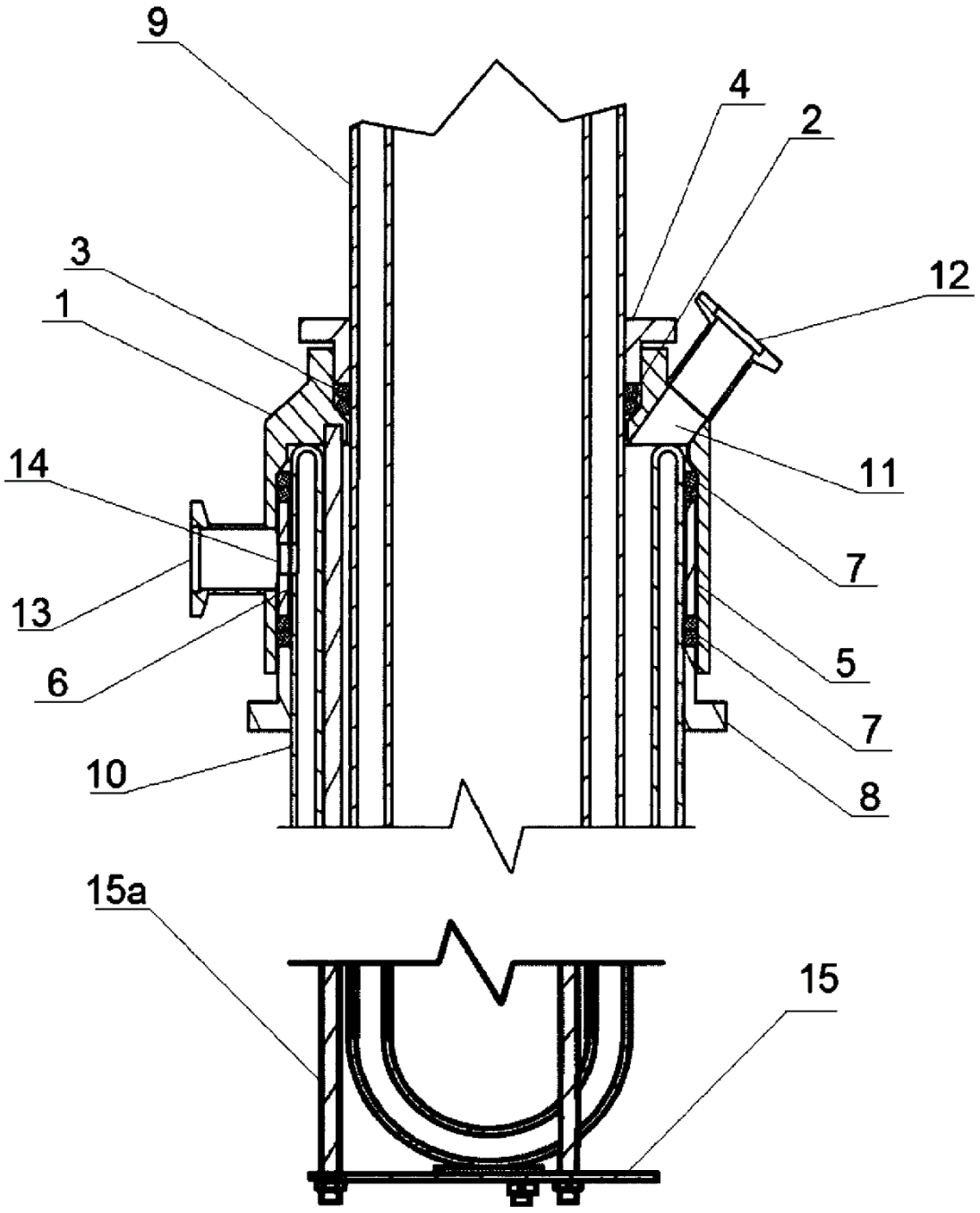


Fig. 1