



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **86442** (13) **U**  
(51) МПК (2013.01)  
**H01L 39/00**  
**H01L 39/22** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

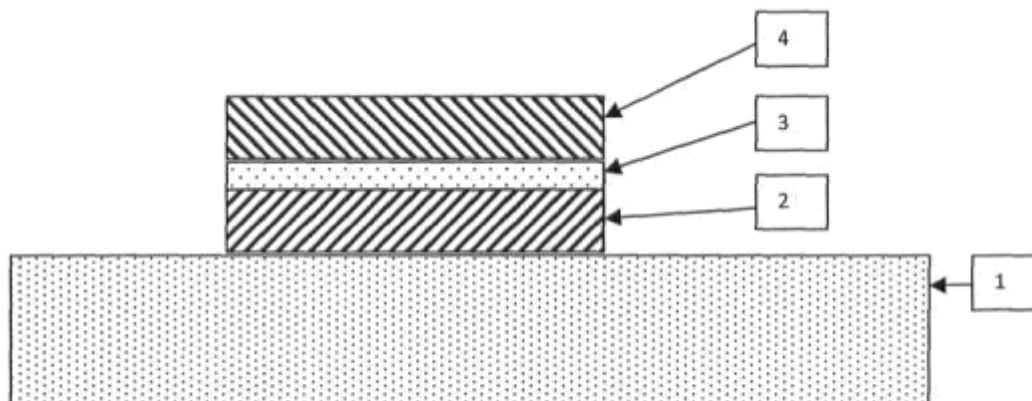
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2013 09521</b>	(72) Винахідник(и): <b>Шатернік Володимир Євгенович (UA), Новіков Микола Васильович (UA), Пріхна Тетяна Олексіївна (UA), Шаповалов Андрій Петрович (UA), Шатернік Антон Володимирович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>30.07.2013</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.12.2013</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.12.2013, Бюл.№ 24</b>	(73) Власник(и): <b>ІНСТИТУТ МЕТАЛОФІЗИКИ ІМ. Г.В. КУРДЮМОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ,</b> бульвар Вернадського, 36, м. Київ-142, 03680 (UA), <b>ІНСТИТУТ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ ІМ. В.М. БАКУЛЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ,</b> вул. Автозаводська, 2, м. Київ, 04074 (UA)

## (54) СПОСІБ СТВОРЕННЯ ПЕРЕХОДУ ДЖОЗЕФСОНА

### (57) Реферат:

Спосіб створення переходу Джозефсона включає послідовне нанесення на діелектричну підкладку надпровідникової плівки нижнього електрода. Шар бар'єра наноситься у вигляді напівпровідникової плівки товщиною 5-50 нм, з одночасним легуванням шару бар'єра атомами металів перехідної групи до виникнення в ньому резонансно-перколяційного транспорту заряду. Як матеріал верхнього електрода використовують молібден-ренієвий сплав.



Фіг. 2

UA 86442 U



Корисна модель належить до галузі створення елементів надпровідникової електроніки, зокрема до створення переходу Джозефсона з метою використання для елементів RSFQ-логіки, стандартів напруги та квантових кубітів.

Відомий спосіб створення переходу Джозефсона з безпосередньою провідністю, [перереєстроване авторське свідоцтво Росії № 1570580, МПК H01L 39/22, 20.07.2012], що включає послідовне нанесення на діелектричну підкладку, в єдиному вакуумному циклі, надпровідної плівки нижнього електрода, аморфної напівпровідникової плівки, легування її до виродження на всю товщину атомами матеріалу верхнього електрода, нанесення надпровідної плівки верхнього електрода.

Недоліками відомого способу є: нерівномірність легування в об'ємі бар'єра, утворення небажаних перехідних шарів на інтерфейсах, можливість практичного використання тільки переходів з тонким шаром бар'єра та малі значення характеристичної напруги створеного переходу Джозефсона (добуток критичного надпровідного струму Джозефсона на опір переходу в нормальному стані ( $I_c R_N$ )).

Найбільш близьким за технічною суттю та результатом, що досягається, до способу, що заявляється, є спосіб створення джозефсонівського переходу (А.Л. Гудков, Ю.М. Куприянов, А.Н. Самусь. Свойства планарных джозефсоновских переходов Nb/a-Si/Nb с различной степенью легирования a-Si прослойки // Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики. - Т. 96. - С. 818 -2012), в якому формують джозефсонівський перехід послідовним нанесенням на діелектричну підкладку в єдиному вакуумному циклі надпровідникової плівки нижнього електрода з ніобію, нанесення шару бар'єра у вигляді аморфної напівпровідникової плівки кремнію з одночасним її легуванням вольфрамом, нанесення надпровідникової плівки верхнього електрода з ніобію.

Недоліками відомого способу є утворення небажаного перехідного шару на інтерфейсі шару бар'єру внаслідок хімічної взаємодії ніобію з кремнієм, можливість практичного використання тільки переходів з тонким шаром бар'єра, та малі значення характеристичної напруги створеного переходу Джозефсона (добуток критичного надпровідного струму Джозефсона на опір переходу в нормальному стані ( $I_c R_N$ )).

В основу корисної моделі поставлена задача розробити спосіб створення переходу Джозефсона шляхом реалізації резонансно-перколяційного транспорту зарядів в бар'єрі, завдяки збільшенню товщини шару бар'єра, його легування атомами металів перехідної групи, за рахунок чого забезпечується можливість протікання надпровідного струму Джозефсона через товстий шар бар'єра переходу та підвищується значення характеристичної напруги ( $I_c R_N$ ) переходу Джозефсона від 2 до 50 разів (див. Фіг. 1), де зображена експериментально отримана вольт-амперна характеристика переходу Джозефсона MoRe/Si(W)MoRe. Значення опору переходу в нормальному стані  $R_N = 2,6$  Ом, критичного струму Джозефсона переходу  $I_c = 12,0$  мА, характеристичної напруги переходу  $I_c R_N = 3,1$  мВ.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі створення переходу Джозефсона, що включає послідовне нанесення на діелектричну підкладку надпровідникової плівки нижнього електрода, згідно з корисною моделлю, шар бар'єра наноситься у вигляді напівпровідникової плівки товщиною 5-50 нм, з одночасним легуванням шару бар'єра атомами металів перехідної групи до виникнення в ньому резонансно-перколяційного транспорту заряду, а як матеріал верхнього електрода використовують молібден-ренієвий сплав.

Запропонований спосіб реалізується наступним чином, (див. Фіг. 2 - схематичне зображення переходу Джозефсона).

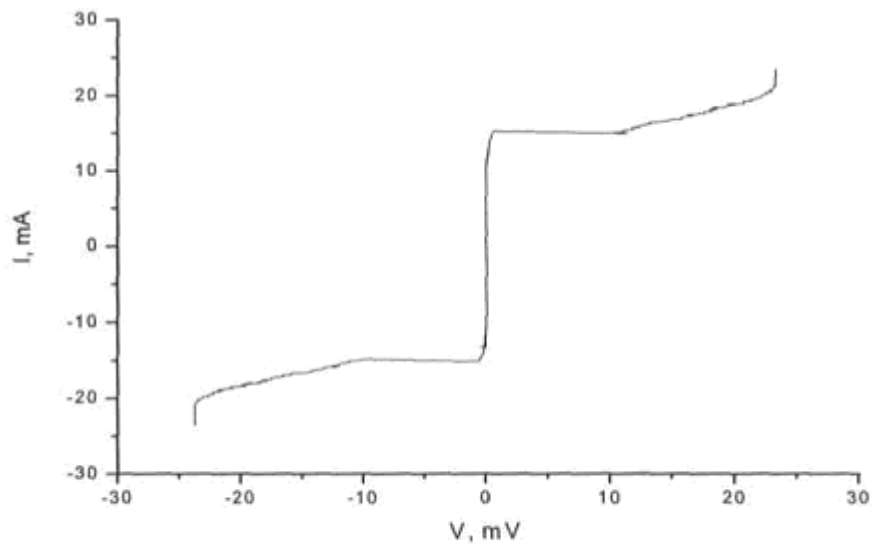
Приклад. На поліровану діелектричну підкладку (1), наприклад з сапфіру, послідовно наносили надпровідну плівку нижнього електрода (2) товщиною, наприклад, 100 нм, потім наносили шар бар'єра (3), наприклад, у вигляді аморфної плівки кремнію товщиною 15 нм та одночасно легували її атомами вольфраму на рівні 7 ат. %, наносили надпровідну плівку верхнього електрода (4), наприклад, товщиною 100 нм з молібден-ренієвого сплаву.

Створення переходу Джозефсона, згідно з запропонованою корисною моделлю, дозволяє істотно від 2 до 50 разів підвищити значення його характеристичної напруги ( $I_c R_N$ ). Запропонований спосіб створення переходу Джозефсона в галузі надпровідникової електроніки дуже перспективний, зокрема для елементів RSFQ-логіки, стандартів напруги та квантових кубітів.

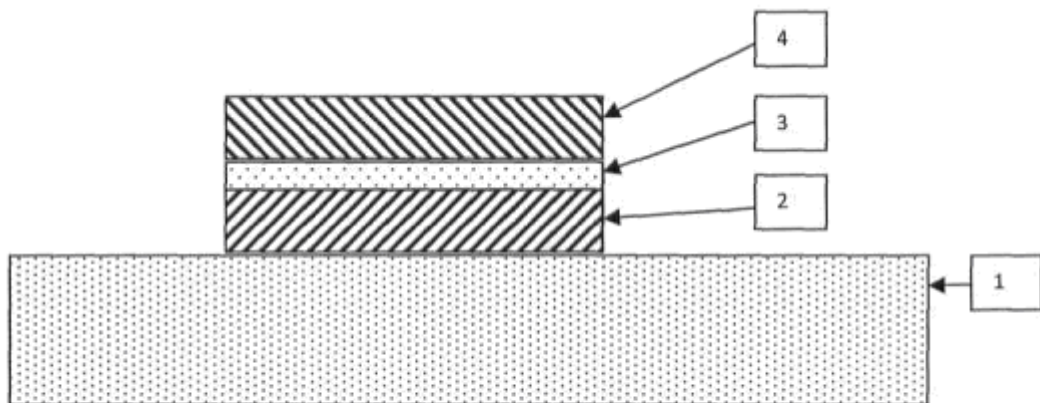
#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб створення переходу Джозефсона, що включає послідовне нанесення на діелектричну підкладку надпровідникової плівки нижнього електрода, який **відрізняється** тим, що шар

бар'єра наноситься у вигляді напівпровідникової плівки товщиною 5-50 нм, з одночасним легуванням шару бар'єра атомами металів перехідної групи до виникнення в ньому резонансно-перколяційного транспорту заряду, а як матеріал верхнього електрода використовують молібден-ренієвий сплав.



Фиг. 1



Фиг. 2

---

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601