



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 104982

(13) C2

(51) МПК

H01L 39/22 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

- (21) Номер заявки: а 2013 09520
(22) Дата подання заявки: 30.07.2013
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.03.2014
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.02.2014, Бюл.№ 3
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.03.2014, Бюл.№ 6

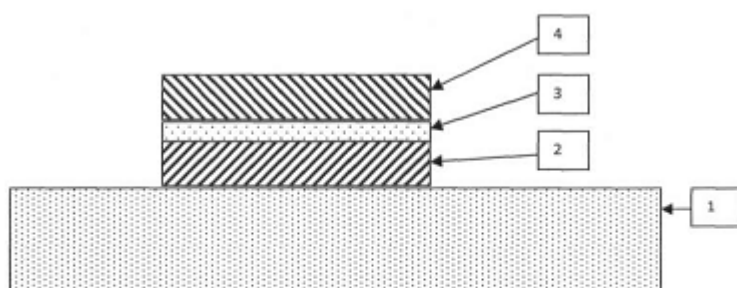
- (72) Винахідник(и):
Шатернік Володимир Євгенович (UA),
Новіков Микола Васильович (UA),
Пріхна Тетяна Олексіївна (UA),
Шоповалов Андрій Петрович (UA),
Шатернік Антон Володимирович (UA)
- (73) Власник(и):
ІНСТИТУТ МЕТАЛОФІЗИКИ ІМ. Г.В.
КУРДЮМОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
НАУК УКРАЇНИ,
бул. Вернадського, 36, м. Київ-142, 03680
(UA),
ІНСТИТУТ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ ІМ.
М.В. БАКУЛЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
НАУК УКРАЇНИ,
вул. Автозаводська, 2, м. Київ, 04074 (UA)
- (56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:
SU 1570580 A1; 20.07.2012;
WO 2010099312 A2; 02.09.2010;
US 2003/027724 A1; 06.02.2003;
US 2002/0121636 A1; 05.09.2002;
US 4299679; 10.11.1981;
JP 5877268; 10.05.1983;
RU 2298260 C1; 27.04.2007;
RU 2376686 C1; 20.12.2009;
UA 22453 U; 23.04.2007;
UA 73331 U; 25.09.2012;

(54) СПОСІБ СТВОРЕННЯ ПЕРЕХОДУ ДЖОЗЕФСОНА

(57) Реферат:

Винахід належить до галузі створення елементів надпровідникової електроніки, зокрема до створення переходу Джозефсона з метою використання для елементів RSFQ-логіки, стандартів напруги та квантових кубітів. Спосіб створення переходу Джозефсона полягає у послідовному нанесенні на діелектричну підкладку надпровідникової плівки нижнього електрода, шару бар'єра у вигляді аморфної напівпровідникової плівки кремнію 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. Технічним результатом винаходу є підвищення значення характеристичної напруги ($I_c R_N$) переходу Джозефсона від 2 до 50 разів.

UA 104982 C2



Фіг. 2

Схематичне зображення переходу Джозефсона: діелектрична підкладка (1), надпровідна плівка нижнього електрода (2), шар бар'єру (3), надпровідна плівка верхнього електрода (4)

Винахід 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'єра 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 винаходу 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).

Поставлена задача вирішується тим, що в способі створення переходу Джозефсона, що включає послідовне нанесення на діелектричну підкладку надпровідникової плівки нижнього електрода, шару бар'єра у вигляді аморфної напівпровідникової плівки кремнію, згідно з винаходом 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.

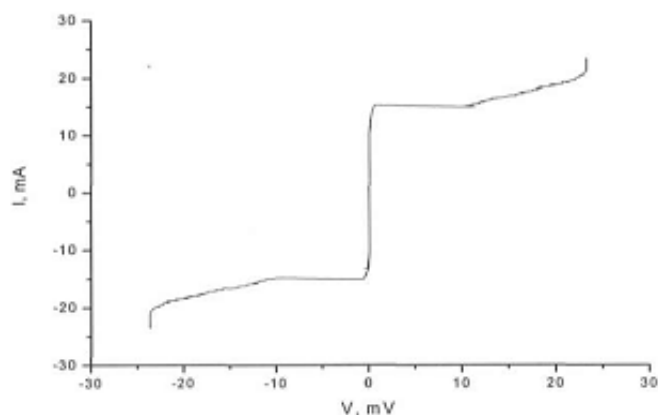
Запропонований спосіб реалізується наступним чином, (див. Фіг. 2).

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 запропонованим винаходом, 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.

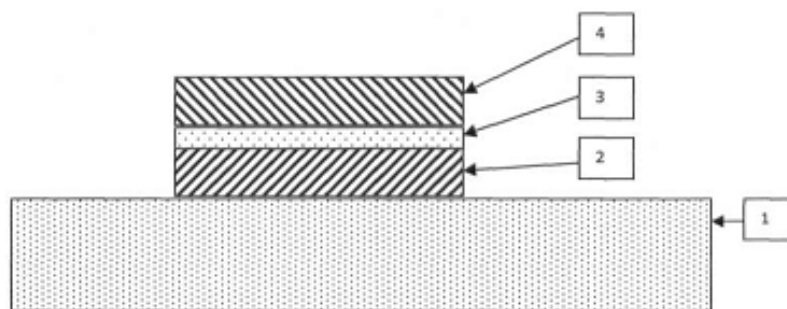
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- Спосіб створення переходу Джозефсона, що включає послідовне нанесення на діелектричну підкладку надпровідникової плівки нижнього електрода шару бар'єра у вигляді аморфної напівпровідникової плівки кремнію, 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.



Фіг. 1

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 $I_c R_N=31,2$ мВ



Фіг. 2

Схематичне зображення переходу Джозефсона: діелектрична підкладка (1), надпровідна плівка нижнього електрода (2), шар бар'єру (3), надпровідна плівка верхнього електрода (4)