



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015145820, 26.10.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
26.10.2015Дата регистрации:  
21.12.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.10.2015

(45) Опубликовано: 10.01.2017 Бюл. № 1

Адрес для переписки:

119334, Москва, Ленинский пр-кт, 49, ИМЕТ  
РАН

(72) Автор(ы):

Бурханов Геннадий Сергеевич (RU),  
Лаченков Сергей Анатольевич (RU),  
Дементьев Владимир Аркадьевич (RU),  
Кононов Михаил Анатольевич (RU),  
Власенко Владимир Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт металлургии и  
материаловедения им. А.А. Байкова  
Российской академии наук (ИМЕТ РАН)  
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2156016 C1, 10.09.2000. RU  
2197037 C1, 20.01.2003. RU 2107973 C1,  
27.03.1998. US 5496799 A1, 05.03.1996. US  
6275716 B1, 14.08.2001.(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СВЕРХПРОВОДНИК -  
ДИЭЛЕКТРИК - ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СВЕРХПРОВОДНИК

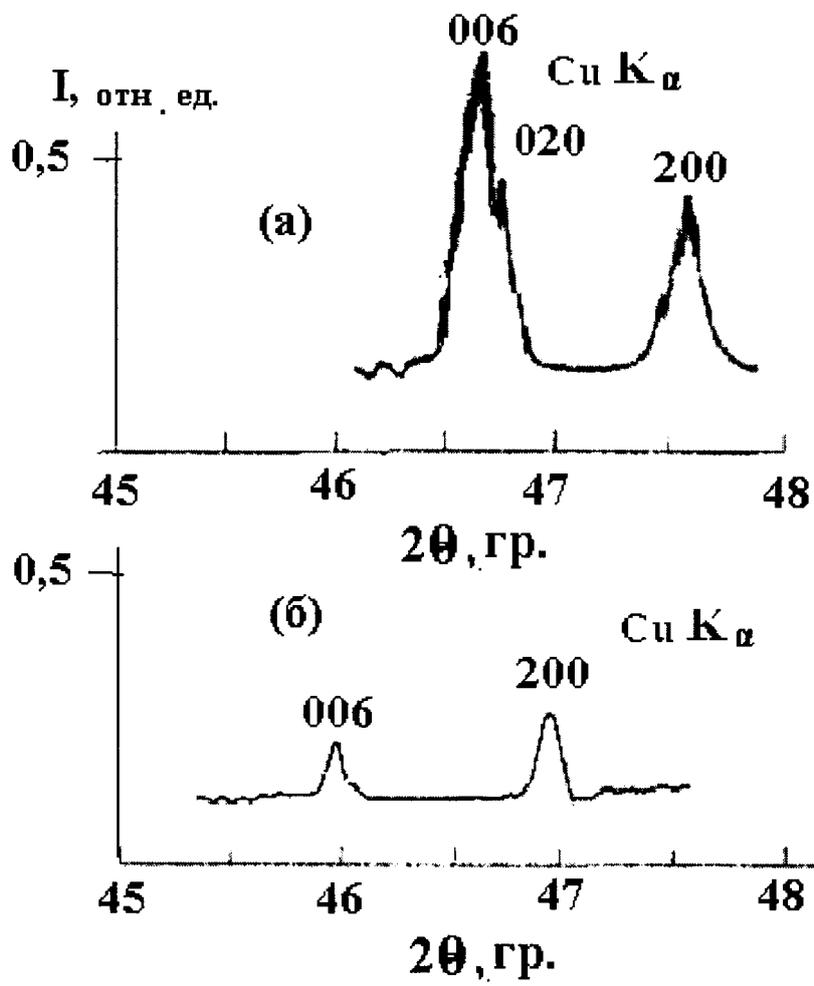
(57) Реферат:

Использование: для создания структур высокотемпературный сверхпроводник – диэлектрик – высокотемпературный сверхпроводник. Сущность изобретения заключается в том, что на слой высокотемпературного сверхпроводника 123-типа направляют поток атомных частиц, в качестве высокотемпературного сверхпроводника

берут сверхпроводник состава REBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub>, где RE - редкоземельный металл или иттрий. Технический результат: обеспечение возможности формирования слоев без дополнительного напыления ВТСП, что удешевляет производство и уменьшает вероятность разрушения изделия. 2 з.п. ф-лы, 1 ил., 1 пр.

RU 2 606 940 C1

RU 2 606 940 C1



Фиг.1

RU 2606940 C1

RU 2606940 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2015145820, 26.10.2015**

(24) Effective date for property rights:  
**26.10.2015**

Registration date:  
**21.12.2016**

Priority:

(22) Date of filing: **26.10.2015**

(45) Date of publication: **10.01.2017** Bull. № 1

Mail address:

**119334, Moskva, Leninskij pr-kt, 49, IMET RAN**

(72) Inventor(s):

**Burkhanov Gennadij Sergeevich (RU),  
Lachenkov Sergej Anatolevich (RU),  
Dementev Vladimir Arkadevich (RU),  
Kononov Mikhail Anatolevich (RU),  
Vlasenko Vladimir Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe  
uchrezhdenie nauki Institut metallurgii i  
materialovedeniya im. A.A. Bajkova Rossijskoj  
akademii nauk (IMET RAN) (RU)**

(54) **METHOD OF PRODUCING STRUCTURE OF HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTOR -  
INSULATOR - HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTOR**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention can be used to create structures of high-temperature superconductor - insulator - high-temperature superconductor. Core of the invention is that a layer of high-temperature superconductor of 123-type faces a flow of nuclear particles, the high-temperature superconductor used is

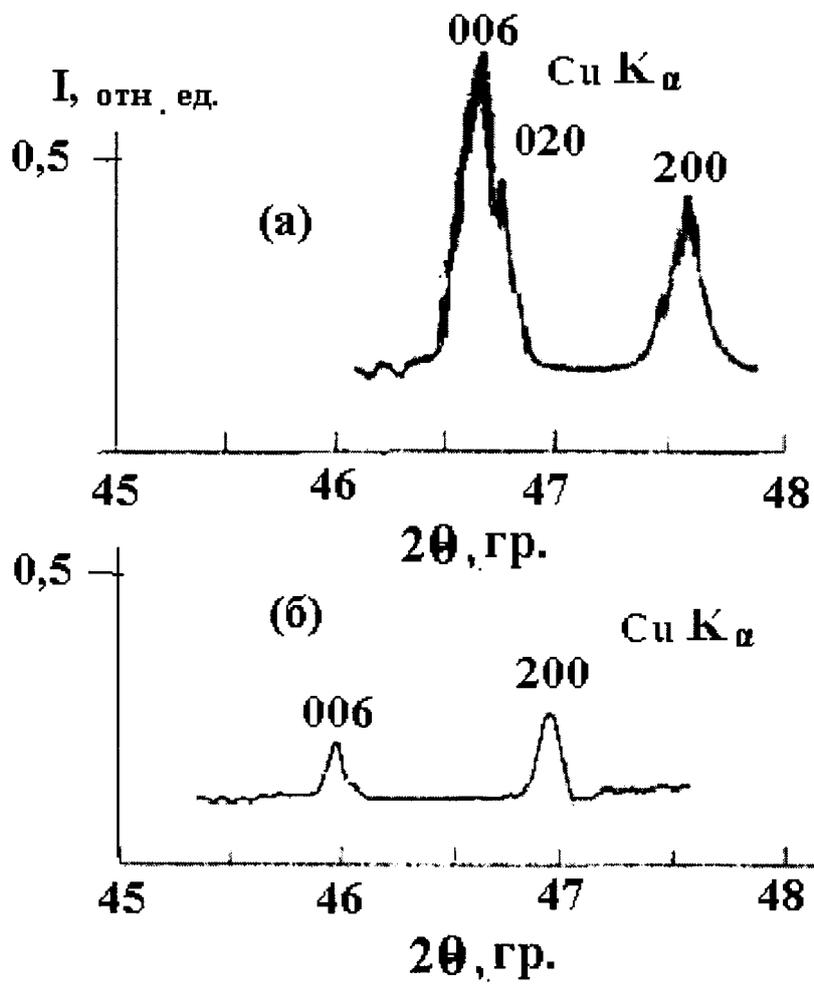
superconductor  $REBa_2Cu_3O_7$ , where RE is a rare-earth metal or yttrium.

EFFECT: technical result is enabling formation of layers without additional spraying the HTSC, which reduces the cost of production and the probability of the article destruction.

3 cl, 1 dwg, 1 ex

RU 2 606 940 C1

RU 2 606 940 C1



Фиг.1

RU 2606940 C1

RU 2606940 C1

Изобретение относится к области получения сверхпроводящих материалов и изделий из них, в частности к способам получения изделий из высокотемпературных сверхпроводящих материалов (ВТСП) 123-типа:  $\text{ReBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ , где Re редкоземельный металл или иттрий, и может быть использовано для создания различного рода датчиков и счетчиков в сверхбыстродействующих электронных устройствах, криоэлектронных приборах, детекторов СВЧ и др.

Известен способ получения структуры высокотемпературный сверхпроводник - диэлектрик - высокотемпературный сверхпроводник методом магнитронного напыления диэлектрика на сверхпроводящий слой ВТСП с последующим напылением на него другого слоя ВТСП [Журнал технической физики, 2014, том 84, вып. 10, с. 68-72.]

Недостатком способа является необходимость напылять слои диэлектрика и ВТСП, что удорожает производство. Кроме того, из-за разницы коэффициентов линейного расширения диэлектрика и ВТСП при циклах охлаждение - нагрев происходит быстрое разрушение изделий.

Известен также способ получения структуры высокотемпературный сверхпроводник - диэлектрик - высокотемпературный сверхпроводник методом лазерного напыления [Метод лазерного напыления в синтезе ВТСП пленок / М.Р. Предтеченский, 46 с. ил. 20 см, Новосибирск, ИТФ, 1990.]

Недостатком способа является необходимость напылять слои диэлектрика и ВТСП, что удорожает производство. Кроме того, из-за разницы коэффициентов линейного расширения диэлектрика и ВТСП при циклах охлаждение - нагрев происходит быстрое разрушение изделий. Наиболее близким способом является способ, по которому на слой ВТСП 123-типа  $\text{DyBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  направляют поток ионов аргона с энергией, необходимой для их проникновения в материал на глубину, равную требуемой толщине диэлектрика.

При таком способе ионы аргона аморфизируют ВТСП 123-типа  $\text{DyBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ , при этом происходит необратимое разрушение сверхпроводящего соединения и превращение его в диэлектрик с базовым химическим составом, описываемым формулой  $0,5\text{Dy}_2\text{O}_3 + 2\text{BaO}_2 + 1,5\text{CuO}_2$ . [Способ получения структуры металл/диэлектрик/высокотемпературный сверхпроводник. Патент RU 2156016].

Недостатком способа является необходимость напылять на слой такого диэлектрика слой ВТСП, что удорожает производство. Кроме того, созданные таким способом слои ВТСП и диэлектрика имеют разные коэффициенты термического расширения, что приводит к разрушению созданной структуры при циклах охлаждение - нагрев.

Задачей изобретения является получение структуры высокотемпературный сверхпроводник - диэлектрик - высокотемпературный сверхпроводник без использования операций напыления диэлектрического слоя и слоя ВТСП, т.е. создание другого способа образования слоев.

Техническим результатом данного решения является создание способа формирования слоев без дополнительного напыления ВТСП, позволяющего упростить технологию, что удешевляет производство и уменьшает вероятность разрушения изделия, улучшает совместимость слоев при циклах охлаждение - нагрев за счет уменьшения разницы в коэффициентах линейного расширения диэлектрика и ВТСП.

Технический результат достигается тем, что в качестве высокотемпературного сверхпроводника берут сверхпроводник состава  $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ , где RE - редкоземельный металл или иттрий. В качестве атомных частиц используют ионы водорода с энергией, необходимой для проникновения в сверхпроводник на суммарную глубину диэлектрик

- высокотемпературный сверхпроводник, проводят формирование ими слоя диэлектрика. Затем на сформированный слой диэлектрика направляют поток ионов кислорода с энергией, необходимой для их проникновения на глубину слоя ВТСП, проводят формирование ими слоя ВТСП.

5 Согласно изобретению слой ВТСП  $\text{ReBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ , где Re редкоземельный металл или иттрий, в виде тонкой пленки на подложке из монокристалла либо поликристалла помещают в вакуумную камеру, после чего напускают в нее водород, поддерживая давление  $\sim 2 \cdot 10^{-1}$  Па. Затем производится ионизация водорода в камере.

10 Ионизация водорода в камере производится, например, при помощи ионной пушки с напряжением от +500 до +4000 вольт. При этом ВТСП подвергается воздействию ионов водорода, время облучения составляет от пяти минут до двух часов, в зависимости от необходимой глубины обработки. При этом образуется диэлектрический слой состава  $\text{ReBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  (y от 6,5 до 6,0).

15 Коэффициент термического линейного расширения такого диэлектрика практически совпадает с коэффициентом термического линейного расширения исходного ВТСП, т.к. не происходит разрушения сверхпроводящего соединения на отдельные компоненты. Изменяется только тип кристаллической решетки, тогда как параметры решетки меняются незначительно, что обуславливает практически неизменные механические  
20 свойства, в том числе коэффициент термического линейного расширения. Однако изменение типа кристаллической решетки приводит к существенному изменению электрических свойств соединения от сверхпроводника к диэлектрику.

Сформированный диэлектрический слой легко может быть обратимо переведен в исходный сверхпроводник, что позволяет формировать на нем необходимый слой  
25 ВТСП. Для этого слой диэлектрика обрабатывается ионами кислорода на требуемую глубину при ускоряющем напряжении от 500 до 2000 В от 1 мин до 2-х час.

Пример. Пленку ВТСП 123 типа состава  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  подвергали воздействию ионов водорода при ускоряющем напряжении 1500 В в течение 25 минут. При этом был сформирован слой диэлектрика толщиной порядка 20 микрон.

30 На фиг. 1 приведены фрагменты дифрактограмм соединения 123, снятые на отфильтрованном  $\text{Cu K}\alpha$ -излучении: а) ромбическая решетка (исходное соединение); б) тетрагональная решетка (после облучения ионами водорода).

В результате воздействия ионов водорода на ВТСП происходило изменение его решетки от ромбической к тетрагональной. Такое изменение типа решетки характерно  
35 для случая уменьшения содержания кислорода в соединении  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  («у» меняется от 7 до 6), что и приводит к изменению электрических свойств от сверхпроводящих к диэлектрическим [Грабой И.Э., Кауль А.Р., Метлин Ю.Г. Химия и технология высокотемпературных сверхпроводников. «Химия твердого тела» (Итоги науки и техники ВНИТИ АН СССР), 1988, 6, с. 3-142].

40 Важно, что в данном случае соединение  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  не распадается на более простые соединения, а только восстанавливается до  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_6$ . Затем слой такого диэлектрика подвергли воздействию ионами кислорода при ускоряющем напряжении 1000 В в течение 10 минут. При этом ионы кислорода окислили  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_6$  до  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  на  
45 глубину порядка 5 мкм. Таким образом на слое диэлектрика был сформирован слой ВТСП.

#### (57) Формула изобретения

1. Способ получения структуры высокотемпературный сверхпроводник - диэлектрик

- высокотемпературный сверхпроводник, по которому на слой высокотемпературного сверхпроводника 123-типа направляют поток атомных частиц, отличающийся тем, что в качестве высокотемпературного сверхпроводника берут сверхпроводник состава  $REBa_2Cu_3O_7$ , где RE - редкоземельный металл или иттрий.

5 2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в качестве атомных частиц используют ионы водорода с энергией, необходимой для проникновения в сверхпроводник на суммарную глубину диэлектрик - высокотемпературный сверхпроводник, проводят формирование ими слоя диэлектрика.

10 3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что на сформированный слой диэлектрика направляют поток ионов кислорода с энергией, необходимой для их проникновения на глубину слоя ВТСП, проводят формирование ими слоя ВТСП.

15

20

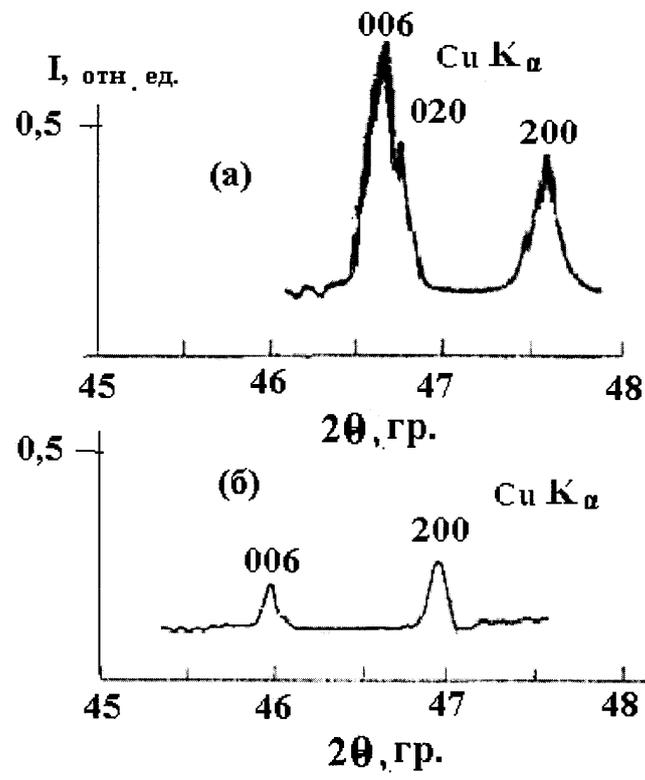
25

30

35

40

45



Фиг.1