

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) RU⁽¹¹⁾

2038655⁽¹³⁾ C1

(51) МПК⁶ H01L39/12

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 5056567/25, 28.05.1992

(45) Опубликовано: 27.06.1995

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: 1. J.S. Shin, H.Ozaki, "Supercconducting Bi-Sr-Ca-Su-O films prepared by the liqued phase eritaxial method" Physica C. 1991, 173, N 1- 2, p.93,98.

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: 2. Balestrino G., Marinelli Metal Growth of opitaxial films of Bi2 Sr2 Ca Cu2 O8-x Outo SrTiO3 Substrates from liquid KCl Solution". - J.appe Phys - 1990, 68, N 1, p.361-363.

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: 3. Balestrino G., Diheo R. "Zero resistivity at &IK in BSCCO films grown from liqued K Sl Solution Helv phys acta, 1989, 62, N 6-7, pp.876-877.

Документ находится в Патентном отделе
ОКБ АСТРОН
140081, Московская область, г.Лыткарино,
ул.Парковая, д.1

(54) **ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СВЕРХПРОВОДЯЩАЯ ЭПИТАКСИАЛЬНАЯ СТРУКТУРА**

(57) Реферат:

Использование: технология производства высокотемпературных сверхпроводящих материалов, а именно пленок высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) на основе Bi - Sr - Ca - Cu - O, которые могут быть необходимы при изготовлении приборов электронной техники. Сущность изобретения: для жидкофазного наращивания высокотемпературных сверхпроводящих структур используется подложка, плоскость ростовой поверхности которой отклонена от кристаллографической плоскости на 1 - 5°. Однородность фазового и стехиометрического состава пленки обеспечивается лучшим соответствием параметров решетки подложки и наращиваемого слоя. В качестве подложки использовались LaGaO₃ (001), MgO(100), NdGaO₃ (001). Пленки, выращиваемые на подложках с указанным отклонением ростовой поверхности от кристаллической плоскости, обладают высокими физическими

параметрами (температура перехода $T_{с.п.} = 80 - 86$ К, ширина перехода $\Delta T_c = 2 - 4$ К), вследствие чего получаемые структуры могут с успехом применяться для изготовления приборов электронной техники. 1 табл.

Изобретение относится к технологии производства высокотемпературных сверхпроводящих материалов, а именно пленок высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) на основе Bi-Sr-Ca-Cu-O, которые могут быть использованы при изготовлении приборов электронной техники.

Важнейшими характеристиками ВТСП-структур являются температура

сверхпроводящего перехода ($T_{с.п.}$) и ширина перехода (ΔT_c), значения которых во многом определяются фазовым и стехиометрическим составом, а также степенью структурного совершенства пленки, что, в свою очередь, существенно зависит от используемой подложки.

В технологии получения ВТСП-структур наряду с другими используется метод жидкофазной эпитаксии.

В качестве подложки при выращивании структур ВТСП применяются материалы с параметрами кристаллической решетки, близкими к параметрам решетки пленки, такие как MgO, SrTiO₃, LaAlO₃, LaCuO₃ [1, 2] а также традиционные для микроэлектроники подложки из Gd₃Ga₅O₁₂ (ГГГ) [3]

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является решение [4] в соответствии с которым методом жидкофазной эпитаксии получают пленки состава Bi-Sr-Ca-Cu-O на подложке LaGaO₃, ростовая поверхность которой строго ориентирована по кристаллографической плоскости (001). Применение данной подложки обусловлено близостью параметров ее кристаллической решетки (a 5,519 Å; b 5,494 Å; c 7,770 Å) параметрам решетки ВТСП состава Bi₂Sr₂CaCu₂O₈. В результате были получены эпитаксиальные поликристаллические пленки с

температурой перехода $T_{с.п.} 78$ К и шириной перехода $\Delta T_c \geq 7$ К.

К недостаткам структур, получаемых на таких подложках, можно отнести несплошность пленки, немонофазность и неравномерность стехиометрического состава по поверхности и, как следствие, большую ширину и низкую температуру перехода, что существенно сужает область применения рассмотренных структур. Целью данного изобретения является улучшение физических параметров структур за счет повышения однородности фазового и стехиометрического состава пленки, а также улучшения структуры.

Поставленная цель достигается тем, что для жидкофазного наращивания высокотемпературных сверхпроводящих структур используется подложка, плоскость ростовой поверхности которой отклонена от кристаллографической плоскости на 1-5°. Однородность фазового и стехиометрического состава пленки обеспечивается лучшим соответствием параметров решетки подложки и

наращиваемого слоя. При углах отклонения $\cong 1^\circ$ и $\geq 5^\circ$ несоответствия параметров решетки становятся существенными, что приводит к несплошности растущей пленки и ее немонофазности.

Нами были опробованы подложки MgO ориентаций (100), LaGaO₃ ориентации (001) и NdGaO₃ ориентации (001) с углами отклонения ростовой плоскости от кристаллографической в пределах 0,5-10°, взятыми в последовательности 0,5; 1, 2, 3:10°. Выбор материала подложек обуславливался кристаллографическим соответствием его материалу ВТСП с целью получения высококачественных пленок, имеющих высокую текстуру и стехиометрический состав. Исходя из этих соображений, не использовались подложки ГГГ.

Использовался процесс жидкофазного наращивания пленок ВТСП состава $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$, который проходил следующим образом. Приготавливали шихту из растворителя на основе хлоридов щелочных металлов и предварительно синтезированного порошка ВТСП в соотношении, мас. растворитель: ВТСП 100:5. Исходную смесь загружали в платиновый тигель и помещали в печь, где смесь нагревалась до $900-910^\circ\text{C}$ и выдерживалась при этой температуре в течение 5-8 ч с целью гомогенизации раствора-расплава. Затем температуру понижали до 845°C и проводили наращивание эпитаксиальной пленки ВТСП на медленно вращающуюся подложку при постоянной температуре в течение 120-180 мин. Затем структуру извлекали из расплава и охлаждали с печью.

Полученные структуры исследовались с помощью рентгенофазного, рентгеноструктурного и микроанализа. Было установлено, что при использовании подложек с углами отклонения в пределах $1-5^\circ$ пленки получались однофазными, стехиометрического состава, сплошными с хорошей текстурой и высоким структурным совершенством. Структуры, выращенные на подложках с углами отклонения ростовой плоскости от кристаллографической, выходящими за

пределы указанного интервала ($\approx 1; \geq 5$) обладали существенно худшими структурными свойствами. Пленки были немонифазными, несплошными, состав отклонялся от стехиометрического.

Физические параметры полученных структур ($T_{\text{с.п.}}$, $\Delta T_{\text{с}}$) исследовали с помощью стандартного 4-зондового и бесконтактного методов в интервале температуры 300-4,2 К. Результаты измерений представлены в таблице.

Из таблицы видно, что оптимальный угол отклонения ростовой плоскости используемых подложек от кристаллографической составляет $1-5^\circ$, так как этот интервал обеспечивает получение структур, обладающих максимальной

температурой перехода $T_{\text{с.п.}}$ 80-86 К и минимальной шириной перехода $\Delta T_{\text{с}}$ 2-4 К. По сравнению с прототипом пленки ВТСП, выращиваемые на подложках с указанным отклонением ростовой поверхности от кристаллографической плоскости, обладают существенно более высокими физическими параметрами

$T_{\text{с.п.}}$ и $\Delta T_{\text{с}}$, вследствие чего получаемые структуры ВТСП могут с успехом применяться для изготовления приборов электронной техники: высокочувствительных болометров, приборов на эффекте Джозефсона, СКВИД, элементов межсоединений интегральных схем и т.д.

Формула изобретения

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СВЕРХПРОВОДЯЩАЯ ЭПИТАКСИАЛЬНАЯ СТРУКТУРА, состоящая из соответствующих по кристаллической решетке высокотемпературного сверхпроводника системы Bi Sr Ca Cu O и подложки, ростовая поверхность которой ориентирована по кристаллографической плоскости (001), отличающаяся тем, что плоскость ростовой поверхности подложки изготовлена с отклонением от кристаллографической плоскости на угол $1-5^\circ$.

Материал подложки, ориентация	Угол отклонения, град	T _{с.п.} , К	ΔT _{с.} , К	Примечание
LaGaO ₃ (001)	0	78	> 7	Прототип Предлагаемая структура То же
То же	1,0	80	3	
"-	3,0	82	3	"-
"-	5,0	80	3	
"-	7,0	72	5	
"-	10,0	73	6	
MgO (100)	1,0	79	3	"-
То же	2,0	81	4	
"-	4,0	82	3	
"-	7,0	74	6	
"-	9,0	72	9	
"-	10,0	73	8	
NdGaO ₃ (001)	0,5	73	8	"-
То же	1,0	79	4	
"-	2,0	86	2	
"-	4,0	84	3	
"-	7,0	73	7	
"-	10,0	70	10	