



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения** К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 2301873

(22) 17.08.2023

(46) Бюл. 204, 2024

(71)(72)(73) Абулхаев В.Дж. (ТJ); Назарзода Х.Х. (ТJ); Убайдов С.О. (ТJ); Сайдалиев Б.Дж. (ТJ); Балаев М.А. (ТJ)

(54) **ТВЕРДЫЙ РАСТВОР СИСТЕМЫ Tb_5Bi_3 – Tm_5Bi_3 КАК МАГНИТНЫЙ МАТЕРИАЛ**

(56) 1. Абулхаев, В.Д. Диаграмма состояния $Tb - Bi$ / В.Д. Абулхаев // Изв. РАН. Металлы. -1997. -№4. -С. 105-108.

2. Абулхаев, В.Д. Диаграмма состояния и свойства сплавов системы $Tm - Bi$ / В.Д. Абулхаев // Неорган Материалы. -2003. -Т. 39, -№ 1, -С. 54-57.

3. Rare-earth bismuthides /K.Yoshihara, L.B. Taylor, L.D. Calvert, J.G. Despault // J. Less-Common Metals -1975. -V. 41. -No 2. -P. 329-337.

4. Рахимов, Х.А. Магнитные свойства висмутидов состава Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$

2

/Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, С.О. Убайдов // Материалы международной конференции: «Комплексные соединения и аспекты их применения». –Душанбе. 2013. с. 91-93.

(57) Изобретение относится к химическим соединениям- твердому раствору на основе Tb_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 с общей формулой $Tb_{5-x}Tm_xBi_3$; $x = 0.5 \div 4.5$.

Они могут быть использованы как магнитные материалы в криогенной технике.

Твердые растворы получают смешиванием порошков висмутидов Tb_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 в молярном соотношении (0.9-0.1):(0.1-0.9). Смесь прессуют в таблетку и проводят ее нагрев до 1673 ± 50 К в вакууме при остаточном давлении $1.33 \cdot 10^{-2}$ Па, с выдержкой в течение 3 ± 0.5 ч.

Твердые растворы кристаллизуются в ромбической сингонии типа анти- Y_5Bi_3 . Парамагнитная температура Кюри твердого раствора составляет 12-120 К.

Изобретение относится к твердому раствору на основе висмутидов Tb_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 с общей формулой $Tb_{5-x}Tm_xBi_3$; $x = 0.5 \div 4.5$. Висмутиды Tb_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 образуются в системах $Tb-Bi$, $Tm-Bi$ [1, 2, 3] и при комнатной температуре являются парамагнетиками, с парамагнитной температурой Кюри равной 146 и 12 К [4], соответственно. Указанные висмутиды изоструктурные и кристаллизуются в ромбической структуре типа Y_5Bi_3 .

На основе висмутидов Tb_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 возможно создание новых магнитных материалов с повышенными парамагнитными температурами Кюри.

Целью настоящего изобретения является получение на основе Tb_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 твердого раствора $Tb_{5-x}Tm_xBi_3$; $x = 0.5 \div 4.5$, парамагнитная температура Кюри которого была бы существенно выше, чем у Tm_5Bi_3 .

Изобретение аналогов не имеет.

Изобретение относится к производству материалов для электронной техники и может быть использовано в технологии производства изделий микроволновой и СВЧ-техники.

Для достижения цели на основе Tb_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 приготавливают твердый раствор состава $Tb_{5-x}Tm_xBi_3$; $x = 0.5 \div 4.5$.

Для получения гомогенных образцов твердого раствора указанных составов порошки Tb_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 смешивают в стехиометрическом соотношении, (0.9-0.1): (0.1-0.9), прессуют в таблетку и помещают в герметичный молибденовый тигель. Затем тигель с веществом подвергают нагреву в вакуумированной среде (до $1.33 \cdot 10^{-2}$ Па) от комнатной температуры до 1673 ± 50 К и при этой температуре выдерживают 3 ± 0.5 ч. После чего печь выключают и тигель с веществом охлаждают до комнатной температуры.

Установлено, что скорость нагрева и охлаждения не играет существенной роли при синтезе твердого раствора. Существенное значение при синтезе имеют конечная температура синтеза и время выдержки реакционной смеси при этой температуре. Твердый раствор $Tb_{5-x}Tm_xBi_3$; $x = 0.5 \div 4.5$ разного химического состава получают при одном и том же температурном и временном режиме, т.е. при 1673 ± 50 К и времени выдержки 3 ± 0.5 ч.

Получение твердых растворов иллюстрируется следующими примерами:

Пример 1. При получении твердого раствора состава $Tb_{4.5}Tm_{0.5}Bi_3$ в количестве 20 г, в соотношении мольных долей Tb_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 как 0.9:0.1, 17.94 г порошка Tb_5Bi_3 смешивают с 2.06 г порошка Tm_5Bi_3 . Затем смесь прессуют в таблетку и загружают в герметичный тигель из молибдена. Нагрев тигля с таблеткой от комнатной температуры до 1673 ± 50 К осуществляют в вакууме $1.33 \cdot 10^{-2}$ Па и выдерживают при этом 3 ± 0.5 ч. После этого печь выключают и тигель с таблеткой охлаждают до комнатной температуры.

Пример 2. При получении твердого раствора состава $Tb_3Tm_2Bi_3$ в количестве 30 г, в соотношении мольных долей Tb_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 как 0.6:0.4, 17.760 г порошка Tb_5Bi_3 смешивают с 12.240 г порошка Tm_5Bi_3 . Затем смесь прессуют в таблетку и загружают в герметичный тигель из молибдена. Нагрев тигля с таблеткой от комнатной температуры до 1673 ± 50 К осуществляют в вакууме $1.33 \cdot 10^{-2}$ Па и выдерживают при этом 3 ± 0.5 ч. После этого печь выключают и тигель с таблеткой охлаждают до комнатной температуры.

Пример 3. При получении твердого раствора состава $Tb_{1.5}Tm_{3.5}Bi_3$

в количестве 50 г, в соотношении мольных долей Tb_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 как 0.3:0.7, 14.63 г порошка Tb_5Bi_3 смешивают с 35.37 г порошка Tm_5Bi_3 . Затем смесь прессуют в таблетку и загружают в герметичный тигель из молибдена. Нагрев тигля с таблеткой от комнатной температуры до 1673 ± 50 К осуществляют в вакууме $1.33 \cdot 10^{-2}$ Па и выдерживают при этом 3 ± 0.5 ч. После этого печь выключают и тигель с таблеткой охлаждают до комнатной температуры.

Установлено, что твердый раствор $Tb_{5-x}Tm_xBi_3$; $x = 0.5 \div 4.5$ изоструктурен с исходными компонентами - Tb_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 и кристаллизуется в ромбической сингонии типа Y_5Bi_3 (табл.1.)

Из таблицы. 2. видно, что парамагнитная температура Кюри твердого раствора $Tb_{5-x}Tm_xBi_3$; $x = 0.5 \div 4.5$ выше температуры Кюри Tm_5Bi_3 и в интервале 10-90 мол.% Tb_4Sb_3 составляет 12-120 К.

Таким образом, на основе антимолибидов Tb_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 получены новые магнитные материалы - $Tb_{5-x}Tm_xBi_3$; $x = 0.5 \div 4.5$.

Таблица 1

Кристаллохимические свойства висмутидов и твердого раствора $Tb_{5-x}Tm_xBi_3$; $x = 0.5 \div 4.5$

Висмутиды и твердые растворы	Параметр элементарной ячейки, ± 0.0005 нм			Плотность, $кг/м^3$		Микротвер- дость, МПа
	a	b	c	расчет.	эксперим.	
Tb_5Bi_3	0.8202	0.9482	1.1988	10185	10178	2040 $\pm$ 50
$Tb_{4.5}Tm_{0.5}Bi_3$	0.8180	0.9458	1.1870	10376	10356	2038 $\pm$ 110
Tb_4TmBi_3	0.8165	0.9458	1.1860	10441	10438	2034 $\pm$ 120
$Tb_{3.5}Tm_{1.5}Bi_3$	0.8150	0.9435	1.1845	10535	10528	2030 $\pm$ 115
$Tb_3Tm_2Bi_3$	0.8140	0.9412	1.1834	10620	10616	2025 $\pm$ 125
$Tb_{2.5}Tm_{2.5}Bi_3$	0.8126	0.9390	1.1820	10717	10712	2020 $\pm$ 135
$Tb_2Tm_3Bi_3$	0.8110	0.9366	1.1805	10813	10810	2013 $\pm$ 140
$Tb_{1.5}Tm_{3.5}Bi_3$	0.8100	0.9345	1.1795	10895	10882	2005 $\pm$ 110
$TbTm_4Bi_3$	0.8085	0.9320	1.1780	10948	10942	1950 $\pm$ 150
$Tb_{0.5}Tm_{4.5}Bi_3$	0.8070	0.9300	1.1758	11045	11025	1980 $\pm$ 100
Tm_5Bi_3	0.8060	0.9285	1.1724	11203	11184	1975 $\pm$ 120

Таблица 2

Магнитные свойства висмутидов и твердого раствора $Tb_{5-x}Tm_xBi_3$; $x = 0.5 \div 4.5$ при 298 К

Антимониды и твердые растворы	Молярная магнитная вос- приимчивость, $\chi_m \cdot 10^6$	Парамагнитная температура Кюри, θ_p , К
Tb_5Bi_3	77505.1	146
$Tb_{4.5}Tm_{0.5}Bi_3$	69868.4	120
Tb_4TmBi_3	66278.6	110
$Tb_{3.5}Tm_{1.5}Bi_3$	64683.4	96
$Tb_3Tm_2Bi_3$	62085.8	80
$Tb_{2.5}Tm_{2.5}Bi_3$	60238.6	70
$Tb_2Tm_3Bi_3$	57638.6	60
$Tb_{1.5}Tm_{3.5}Bi_3$	55678.9	50
$TbTm_4Bi_3$	53384.3	40
$Tb_{0.5}Tm_{4.5}Bi_3$	51686.4	26
Tm_5Bi_3	26318.2	12

Формула изобретения

Твердый раствор на основе висмутидов
 Tb_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 формулы .

$Tb_{5-x}Tm_xBi_3$; $x = 0.5 \div 4.5$, в качестве магнитно-
го материала.

Компьютерный набор: Ризоева С.Р.

Заказ	Тираж	Подписное
Национальный патентно-информационный центр РТ 734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а		