Республика Таджикистан

(19) **TJ** (11) **1221**
(51)**МПК:C01F 17/00;**
C01G 29/00

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) Описание изобретения

К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

(21) 2101561
(22) 24.05.2021
(46) Бюл. 178, 2022
(71)(73) Абулхаев В.Дж. (TJ); Балаев М.А. (TJ); Назарзода Х.Х. (TJ); Рахимов Х.А. (TJ); Убайдов С.О. (TJ)
(72) Абулхаев В.Дж. (TJ); Балаев М.А. (TJ); Назарзода Х.Х. (TJ); Рахимов Х.А. (TJ); Убайдов С.О. (TJ)

(54) **ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ НА ОСНОВЕ ВИСМУТИДОВ GD_5BI_3 И TM_5BI_3**

(56) 1. Рахимов, Х.А., Магнитные свойства висмутидов состава Ln_5Bi_3 (Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu)/ Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, С.О. Убайдов.//Материалы Международной конференции: «Комплексные соединения и аспекты их применения» Душанбе: из-во Эр-гр. 2013. -С. 91-93.

2. Рахимов, **Х.А.** Магнетохимические свойства сплавов системы Gd_5Bi_3-Tm_5Bi_3/Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, С.О. Убайдов// Изв. АН РТ. Отд. физ.-мат., хим., и геол. н. -2013. -№3 (152). -С.86-90.

3. Рахимов, **Х.А.** Висмутиды редкоземельных элементов состава Ln_5Bi_3 (Ln = Dy, Ho, Er, Tm, Yb)/ Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, Н.Ш. Холов, Х.Х., Назаров// Материалы научно-теоретической конференции молодых учёных Таджикистана «Молодеж и современная наука», посвященной 20 – летию 16- ой сессии Верховного Совета Республики Таджикистан». -Душанбе, 2012. –С. 324-327

4. Рахимов, **Х.А.** Диаграмма состояния системы Gd_5Bi_3 –Tm_5Bi_3 /**Х.А.** Рахимов, В.Д. Абулхаев, Х.Х. Назаров, С.О.Убайдов//Материалы республиканской конференции: «Применение современных технических средств в обучении предмета технологии», посвященной 20–литию конституции Республики Таджикистан. -Душанбе, 2015. -С. 184-186.

5. Wang V., Gabe E.J., Calvert L.D., Taylor J.B. The crystal structure of Y_5Bi_3 and its relation to the Mn_5Si_3 and the Yb_5Sb_3 type structure // Acta Cryst. – 1976 -V.B.32. - Pt.5. - P. 1440-1445.

(57) Изобретение относится к новым химическим соединениям, а именно к твердым растворам на основе висмутидов Gd_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 с общей формулой $Gd_{5-x}Tm_xBi_3$ (x= 0.5-4.5). Они могут быть использованы как магнитные материалы в криогенной технике.

Твердые растворы получают смешиванием порошка висмутида Gd_5Bi_3 и висмутида Tm_5Bi_3 в молярном соотношении (0.9-01):(0.1-0.9). Смесь прессуют в таблетку и проводят ее нагрев до 1623±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 Y_5Bi_3. Парамагнитная температура Кюри твердых растворов составляет 44-158 К.

Изобретение относится к новым химическим соединениям, а именно к твердым растворам на основе висмутидов Gd_5Bi_3 Tm_5Bi_3 с общей

формулой $Gd_{5-x}Tm_xBi_y$ (x= 0.5-4.5), которые могут быть использованы как магнитные материалы в криогенной технике.

Известно, что соединения редкоземельных элементов иттриевой подгруппы с висмутом состава Ln_5Bi_3 (Ln= Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu) проявляют магнитные свойства [1, 2]. При этом среди висмутидов редкоземельных элементов высокую парамагнитную температуру Кюри (270 К) показывает Gd_5Bi_3. Tm_5Bi_3, в отличие от Gd_5Bi_3, имеет относительную низкую парамагнитную температуру Кюри, которая составляет 12 К [1].

Целью данного изобретения является получение на основе висмутидов Gd_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 твердых растворов $Gd_{5-x}Tm_xBi_3$ (x= 0.5-4.5;), магнитных материалов, парамагнитная температура Кюри которых была бы существенно выше, чем у Tm_5Bi_3.

Для достижения указанной цели на основе висмутидов Gd_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 приготавливают твердые растворы состава. $Gd_{5-x}Tm_xBi_y$ (x= 0.5-4.5). Висмутиды Gd_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 являются изоструктурными соединениями и кристаллизуются в ромбической сингонии типа Y_5Bi_3 [3] (табл. 1).

Твердые растворы указанных составов получают следующим образом. Порошки висмутидов Gd_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 смешивают в стехиометрическом соотношении, (0.9-01): (0.1-0.9), прессуют в таблетку и помещают в герметичный молибденовый тигель. Затем тигель с веществом нагревают (со скоростью 80 град/мин. 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.

Получение твердых растворов иллюстрируется следующими примерами:

Пример 1. При получении твердого раствора состава $Gd_{4.5}Tm_{0.5}Bi_3$ в количестве 10 г, в соотношении мольных долей Gd_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 как 0.9:0.1, 8.9632 г порошка Gd_5Bi_3 смешивают с 1.0368 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 и тигель с таблеткой охлаждают до комнатной температуры.

Пример 2. При получении твердого раствора состава $Gd_{2.5}Tm_{2.5}Bi_3$ в количестве 15 г, в соотношении мольных долей Gd_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 как 0.5:0.5,

7.3490 г порошка Gd_5Bi_3 смешивают с 7.6510 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 и тигель с таблеткой охлаждают до комнатной температуры.

Пример 3. При получении твердого раствора состава $Gd_{1.5}Dy_{3.5}Bi_3$ в количестве 20 г, в соотношении мольных долей Gd_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 как 0.3:07,

5.830 г порошка Gd_5Bi_3 смешивают с 14.170 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 1623±50 К осуществляют в вакууме $1.33 \cdot 10^{-2}$ Па и выдерживают при этом 3±0.5 ч. После этого печь и тигель с таблеткой охлаждают до комнатной температуры.

Кристаллохимические характеристики полученных твердых растворов приведены в табл. 1. Установлено, что антимонид Gd_5Bi_3 и висмутид Tm_5Bi_3 образуют между собой непрерывный ряд изоструктурных твердых растворов замещения, кристаллизующихся в ромбической сингонии типа Y_5Bi_3.

Как видно из данных табл. 2. парамагнитная температура Кюри твердых растворов $Gd_{5-x}Tm_xBi_3$ (x= 0.5-4.5), выше температуры Кюри Tm_5Bi_3. При этом наибольшее значение температуры Кюри (158 К) показывает твердый раствор $Gd_{4.5}Tm_{0.5}Bi_3$.

Таким образом, на основе висмутидов Gd_5Bi_3 и Tm_5Bi_3 получены новые магнитные материалы - твердые растворы $Gd_{5-x}Tm_xBi_3$ (x= 0.5-4.5).

Формула изобретения

Твердые растворы на основе висмутида гадолиния и висмутида тулия формулы $Gd_{5-x}Tm_xBi_3$ (x= 0.5-4.5), в качестве магнитных материалов.

Таблица 1.

Кристаллохимические характеристики висмутидов и твердых растворов системы $Gd_5Bi_3 – Tm_5Bi_3$. Сингония – ромбическая типа Y_5Bi_3

Твердые растворы	Параметр элементарной ячейки, ±0.0005 нм			Плотность, кг/м^3	
	a	в	c	экспер.	расчет.
Gd_5Bi_3	0.8230	0.9526	1.2110	9725	9730
$Gd_{4.5}Tm_{0.5}Bi_3$	0.8204	0.9578	1.1880	10096	10092
Gd_4TmBi_3	0.8204	0.9576	1.1842	10173	**10168**
$Gd_{3.5}Tm_{1.5}Bi_3$	0.8182	0.9516	1.1778	10363	**10357**
$Gd_3Tm_2Bi_3$	0.8186	0.9474	1.1986	10265	**10262**
$Gd_{2.5}Tm_{2.5}Bi_3$	0.8158	0.9438	1.2066	10313	**10310**
$Gd_2Tm_3Bi_3$	0.8136	0.9418	1.1972	11212	**11208**
$Gd_{1.5}Tm_{3.5}Bi_3$	0.8114	0.9376	1.1804	10774	**10772**
$GdTm_4Bi_3$	0.8102	0.9348	1.1686	10958	**10954**
$Gd_{0.5}Tm_{4.5}Bi_3$	0.8088	0.9304	1.1644	11112	**11110**
Tm_5Bi_3	0.8061	0.9286	1.1724	11198	11201

Таблица 2.

Магнитные свойства соединений и твердых растворов $Gd_{5-x}Tm_xBi_3$ (x= 0.5-4.5) при 298 К

№	Индивидуальные соединения и твердые растворы	Молярная магнитная восприимчивость $\chi_m \cdot 10^6$	Парамагнитная температура Кюри, θ_p, К	Эффективный магнитный момент, $\mu_Б \times 10^{24}$
1	2	3	4	5
1.	Gd_5Bi_3	280526.0	270	73.54
2.	$Gd_{4.5}Tm_{0.5}Bi_3$	53571.4	158	69.55
3.	Gd_4TmBi_3	44470.5	128	72.15
4.	$Gd_{3.5}Tm_{1.5}Bi_3$	41388.8	118	71.6
5.	$Gd_3Tm_2Bi_3$	39462.3	112	71.03
1	2	3	4	5
6.	$Gd_{2.5}Tm_{2.5}Bi_3$	36089.2	96	70.85
7.	$Gd_2Tm_3Bi_3$	32117.2	76	70.0
8.	$Gd_{1.5}Tm_{3.5}Bi_3$	30521.7	68	69.55
9.	$GdTm_4Bi_3$	29075.6	60	68.9
10.	$Gd_{0.5}Tm_{4.5}Bi_3$	27007.6	44	68.7
11.	Tm_5Bi_3	26318.2	12	68.7

Компьютерный набор: Нигораи А.

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