



Республика Таджикистан

(19) **TJ** (11) **788**
(51) **МПКС01F17/00;**
C01G29/00

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения**

К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

(21) 1601036

(22) 04.05.2016

(46) Бюл. 121, 2016

(71) Абдулхаев В.Дж.(ТJ); Рахимов Х.А.(ТJ);
Назаров Х.Х.(ТJ).

(72) Абдулхаев В.Дж.(ТJ); Рахимов Х.А.(ТJ);
Назаров Х.Х.(ТJ).

(73) Абдулхаев В.Дж.(ТJ); Рахимов Х.А.(ТJ);
Назаров Х.Х.(ТJ).

(54) **ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ НА ОСНОВЕ
ВИСМУТИДОВ Gd_5Bi_3 И Ho_5Bi_3**

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

2. 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 // ActaCryst. - 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 Ho_5Bi_3 с общей формулой $Gd_{5-x}Ho_xBi_3$ ($x = 0.5-4.5$). Они могут быть использованы как магнитные материалы в криогенной технике.

Твердые растворы получают смешиванием порошка висмутида Gd_5Bi_3 и висмутида Ho_5Bi_3 в молярном соотношении (0.9-0.1):(0.1-0.9). Смесь прессуют в таблетку и проводят ее нагрев до $1623 \pm 50 K$ в вакууме при остаточном давлении $1.33 \cdot 10^{-2}$ Па с выдержкой в течение 4 ± 0.5 ч.

Твердые растворы кристаллизуются в ромбической сингонии типа Y_5Bi_3 . Парамагнитная температура Кюри твердых растворов составляет 66-220 К.

Изобретение относится к новым химическим соединениям, а именно к твердым растворам на основе висмутидов $Gd_5Bi_3Ho_5Bi_3$ с общей формулой $Gd_{5-x}Ho_xBi_y$ ($x=0.5-4.5$), 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]. При этом среди висмутидов редкоземельных элементов высокую парамагнитную температуру Кюри (270 К) показывает Gd_5Bi_3 . Ho_5Bi_3 , в отличие от Gd_5Bi_3 , имеет относительно низкую парамагнитную температуру Кюри, которая составляет 40К [1].

Целью данного изобретения является получение на основе висмутидов Gd_5Bi_3 и Ho_5Bi_3 твердых растворов $Gd_{5-x}Ho_xBi_3$ ($x=0.5-4.5$), магнитных материалов, парамагнитная температура Кюри которых была бы существенно выше, чем у Ho_5Bi_3 .

Для достижения указанной цели на основе висмутидов Gd_5Bi_3 и Ho_5Bi_3 приготавливают твердые растворы состава $Gd_{5-x}Ho_xBi_y$ ($x=0.5-4.5$). Висмутиды Gd_5Bi_3 и Ho_5Bi_3 являются изоструктурными соединениями и кристаллизуются в ромбической сингонии типа Y_5Bi_3 [2] (табл. 1).

Твердые растворы указанных составов получают следующим образом. Порошки висмутидов Gd_5Bi_3 и Ho_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 нагревают (со скоростью 40 град/мин. в вакуумированной среде (до $1.33 \cdot 10^{-2}$ Па) от комнатной температуры до 1623 ± 50 К и при этой температуре выдерживают 4 ± 0.5 ч. После чего печь выключают и тигель с веществом охлаждают до комнатной температуры.

Твердые растворы составов $Gd_{5-x}Ho_xBi_3$ ($x=0.5-4.5$), синтезируются при одном и том же оптимальном температурном и временном режиме, т.е. при 1623 ± 50 К и времени выдержки 4 ± 0.5 ч.

Получение твердых растворов иллюстрируется следующими примерами:

Пример 1. При получении твердого раствора состава $Gd_{4.5}Ho_{0.5}Bi_3$ в количестве 20 г, в соотно-

шении мольных долей Gd_5Bi_3 и Tb_5Bi_3 как 0.9:0.1, 18.827 г порошка Gd_5Bi_3 смешивают с 1.1723 г порошка Ho_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 4 ± 0.5 ч. После этого печь и тигель с таблеткой охлаждают до комнатной температуры.

Пример 2. При получении твердого раствора состава $Gd_3Ho_2Bi_3$ в количестве 15 г, в соотношении мольных долей Gd_5Bi_3 и Ho_5Bi_3 как 0.6:0.4, 8.907 г порошка Gd_5Bi_3 смешивают с 6.093 г порошка Ho_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 4 ± 0.5 ч. После этого печь и тигель с таблеткой охлаждают до комнатной температуры.

Пример 3. При получении твердого раствора состава $Gd_{1.5}Ho_{3.5}Bi_3$ в количестве 10 г, в соотношении мольных долей Gd_5Bi_3 и Ho_5Bi_3 как 0.2:0.8, 2.944 г порошка Gd_5Bi_3 смешивают с 7.056 г порошка Ho_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 4 ± 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 висмутиды Ho_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 $Gd_{5-x}Ho_xBi_3$ ($x=0.5-4.5$), выше температуры Кюри Ho_5Bi_3 . При этом наибольшее значение температуры Кюри (220 К) показывает твердый раствор $Gd_{4.5}Ho_{0.5}Bi_3$.

Формула изобретения

Твердые растворы на основе висмутидов Gd_5Bi_3 и Ho_5Bi_3 общей формулы $Gd_{5-x}Ho_xBi_3$ ($x=0.5-4.5$), в качестве магнитных материалов.

Таблица 1.

**Кристаллохимические свойства соединений и твердых растворов
 $Gd_{5-x}Ho_xBi_3$ ($x=0.5-4.5$)
(структура ромбическая типа Y_5Bi_3 , пространственная группа $R\bar{3}m$)**

№	Соединения и твердые рас- творы	Содержание висмута, мол. %		Параметры элементар- ной ячейки, ± 0.005 нм			Плотность, кг/м ³ , экспер.	Микротвер- дость, МПа
		Gd_5Bi_3	Ho_5Bi_3	а	в	с		
1.	Gd_5Bi_3	100		0.8245	0.9630	1.2086	9776	2250
2.	$Gd_{4.5}Ho_{0.5}Bi_3$	90	10	0.8228	0.9664	1.1962	9845	2284
3.	Gd_4HoBi_3	80	20	0.8216	0.9668	1.2082	9888	3300
4.	$Gd_{3.5}Ho_{1.5}Bi_3$	70	30	0.8185	0.9693	1.2013	9872	3400
5.	$Gd_3Ho_2Bi_3$	60	40	0.8176	0.9725	1.1982	9952	3285
6.	$Gd_{2.5}Ho_{2.5}Bi_3$	50	50	0.8168	0.9748	1.1875	10048	3000
7.	$Gd_2Ho_3Bi_3$	40	60	0.8153	0.9766	1.2195	9798	2680
8.	$Gd_{1.5}Ho_{3.5}Bi_3$	30	70	0.8148	0.9794	1.1987	10012	2448
9.	$GdHo_4Bi_3$	20	80	0.8132	0.9807	1.1787	10188	2300
10.	$Gd_{0.5}Ho_{4.5}Bi_3$	10	90	0.8125	0.9835	1.1994	10022	2200
11.	Ho_5Bi_3		100	0.8112	0.9856	1.1864	10154	2100

Таблица 2

**Магнитные свойства соединений и твердых растворов $Gd_{5-x}Ho_xBi_3$
($x=0.5-4.5$) 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, $\mu_B \times 10^{24}$
1.	Gd_5Bi_3	280526	270	73.54
2.	$Gd_{4.5}Ho_{0.5}Bi_3$	104102.5	220	77.74
3.	Gd_4HoBi_3	76607.1	186	74.74
4.	$Gd_{3.5}Ho_{1.5}Bi_3$	66089.8	160	79.2
5.	$Gd_3Ho_2Bi_3$	54945,0	128	80.2
6.	$Gd_{2.5}Ho_{2.5}Bi_3$	52631,5	114	
7.	$Gd_2Ho_3Bi_3$	45045,0	102	77.9
8.	$Gd_{1.5}Ho_{3.5}Bi_3$	40816,3	86	77.15
9.	$GdHo_4Bi_3$	36496.3	74	75.02
10.	$Gd_{0.5}Ho_{4.5}Bi_3$	34013.6	66	73.63
11.	Ho_5Bi_3	50028	40	94.22

Компьютерный набор: Фатхуллова М.С.

Заказ

Тираж

Подписное

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