



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения**

К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

(21)1701098

(22) 09.03.2017

(46) Бюл. 132, 2017

(71) Абулхаев В.Дж. (TJ); Рахимов Х.А.(TJ);
Назаров Х.Х.(TJ).

(72) Абулхаев В.Дж. (TJ); Рахимов Х.А.(TJ);
Назаров Х.Х.(TJ).

(73) Абулхаев В.Дж. (TJ); Рахимов Х.А.(TJ);
Назаров Х.Х.(TJ).

(54) **ТВЁРДЫЙ РАСТВОР НА ОСНОВЕ
ВИСМУТИДОВ Gd_5Bi_3 И Dy_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 Меж-
дународной конференции: «Комплексные соедине-
ния и аспекты их применения» Душанбе: из-во Эр-
гр. 2013. с. 91-93.

2. Рахимов, Х.А. Синтез и магнитные свойства
сплавов системы Gd_5Bi_3 - Dy_5Bi_3 /Х.А. Рахимов, В.Д.
Абулхаев, С.О.Убайдов// Материалы респуб-
ликанской научной конференции на тему «Химия,
технология и экология воды», посвященная году
«Сотрудничество по водной проблеме» и 55-летию

кафедры «Общая и неорганическая химия»ТГПУ
им. С.Айни. Душанбе, -2013. - С. 17-18.

3. 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 $Gd_5Bi_3Dy_5Bi_3$ с общей форму-
лой $Gd_{5-x}Dy_xBi_3$ ($x = 0.5-4.5$), которые могут быть
использованы как магнитные материалы в крио-
генной технике.

Твердые растворы получают смешиванием
порошка висмутида Gd_5Bi_3 и висмутида Dy_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 до
 $1,33 \cdot 10^{-2}$ Па с выдержкой в течение 3 ± 0.5 ч.

Твердые растворы кристаллизуются в ромби-
ческой сингонии типа Y_5Bi_3 . Парамагнитная тем-
пература Кюри твердых растворов составляет 85-
208 К.

Изобретение относится к новым химическим соединениям, а именно к твердым растворам на основе висмутидов $Gd_5Bi_3Dy_xBi_3$ с общей формулой $Gd_{5-x}Dy_xBi_3$ ($x = 0.5-4.5$), 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 , Dy_5Bi_3 , в отличие от Gd_5Bi_3 , имеет относительную низкую парамагнитную температуру Кюри, которая составляет 75 К [1].

Целью данного изобретения является получение на основе висмутидов Gd_5Bi_3 и Dy_5Bi_3 твердых растворов $Gd_{5-x}Dy_xBi_3$ ($x = 0.5-4.5$), магнитных материалов, парамагнитная температура Кюри которых была бы существенно выше, чем у Dy_5Bi_3 .

Для достижения указанной цели на основе висмутидов Gd_5Bi_3 и Ho_5Bi_3 готовят твердые растворы состава $Gd_{5-x}Ho_xBi_3$ ($x = 0.5-4.5$). Висмутиды Gd_5Bi_3 и Dy_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 Dy_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 80 град/мин. в вакуумированной среде (до $1.33 \cdot 10^{-2}$ Па) от комнатной температуры до 1623 ± 50 К и при этой температуре выдерживают 3 ± 0.5 ч. После чего печь выключают и тигель с веществом охлаждают до комнатной температуры.

Твердые растворы составов $Gd_{5-x}Dy_xBi_3$ ($x = 0.5-4.5$), синтезируются при одном и том же оптимальном температурном и временном режиме, т.е. при 1623 ± 50 К и времени выдержки 3 ± 0.5 ч.

Получение твердых растворов иллюстрируется следующими примерами:

Пример 1. При получении твердого раствора состава $Gd_{4.5}Dy_{0.5}Bi_3$ в количестве 10 г, в соотношении мольных долей Gd_5Bi_3 и Dy_5Bi_3 как 0.9: 0.1,

8.9830 г порошка Gd_5Bi_3 смешивают с 1.0170 г порошка Dy_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.

Пример 2. При получении твердого раствора состава $Gd_{2.5}Dy_{2.5}Bi_3$ в количестве 15 г, в соотношении мольных долей Gd_5Bi_3 и Dy_5Bi_3 как 0.5: 0.5,

7.431 г порошка Gd_5Bi_3 смешивают с 7.569 г порошка Dy_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.

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 Dy_5Bi_3 как 0.3:0.7,

5.923 г порошка Gd_5Bi_3 смешивают с 14.077 г порошка Dy_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 Dy_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 $Gd_{5-x}Dy_xBi_3$ ($x = 0.5-4.5$), выше температуры Кюри Dy_5Bi_3 . При этом наибольшее значение температуры Кюри (220 К) показывает твердый раствор $Gd_{4.5}Dy_{0.5}Bi_3$.

Таким образом, на основе висмутидов Gd_5Bi_3 и Dy_5Bi_3 получены новые магнитные материалы - твердые растворы $Gd_{5-x}Dy_xBi_3$ ($x = 0.5-4.5$).

Таблица 1.

**Кристаллохимические характеристики висмутидов и твердых растворов
системы $Gd_5Bi_3 - Dy_5Bi_3$. Сингония – ромбическая типа Y_5Bi_3**

Твердые растворы	Параметр элементарной ячейки, ± 0.0005 нм			Плотность, $кг/м^3$	
	а	в	с	экспер.	расчет.
Gd_5Bi_3	0.8230	0.9526	1.2110	9724	9730
$Gd_{4.5}Dy_{0.5}Bi_3$	0.8226	0.9606	1.2156	9788	9791
Gd_4DyBi_3	0.8208	0.9.582	1.1998	9980	9985
$Gd_{3.5}Dy_{1.5}Bi_3$	0.8212	0.9.564	1.2024	9992	9995
$Gd_3Dy_2Bi_3$	0.8184	0.9.542	1.2012	10078	10082
$Gd_{2.5}Dy_{2.5}Bi_3$	0.8168	0.9516	1.2084	10084	10087
$Gd_2Dy_3Bi_3$	0.8152	0.9496	1.2076	10148	10154
$Gd_{1.5}Dy_{3.5}Bi_3$	0.8148	0.9478	1.2072	10212	10218
$GdDy_4Bi_3$	0.8134	0.9452	1.2124	10202	10206
$Gd_{0.5}Dy_{4.5}Bi_3$	0.8128	0.9438	1.1958	10400	10404
Dy_5Bi_3	0.8153	0.9412	1.1956	10472	10480

Таблица 2.

**Магнитные свойства соединений и твердых растворов $Gd_{5-x}Dy_xBi_3$
($x=0.5-4.5$) 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	2	3	4	5
1.	Gd_5Bi_3	280526.0	270	73.54
2.	$Gd_{4.5}Dy_{0.5}Bi_3$	92801.4	208	75.76
3.	Gd_4DyBi_3	73336.2	178	77.25
1	2	3	4	5
4.	$Gd_{3.5}Dy_{1.5}Bi_3$	65789.4	165	77.6
5.	$Gd_3Dy_2Bi_3$	56179.9	148	76.1
6.	$Gd_{2.5}Dy_{2.5}Bi_3$	51020.4	138	74.9
7.	$Gd_2Dy_3Bi_3$	45454.5	126	73.3
8.	$Gd_{1.5}Dy_{3.5}Bi_3$	40983.6	108	73.1
9.	$GdDy_4Bi_3$	37878.7	95	72.7
10.	$Gd_{0.5}Dy_{4.5}Bi_3$	35211.2	85	71.8
11.	Dy_5Bi_3	62690.5	75	98.1

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Твердый раствор на основе висмутидов Gd_5Bi_3 и Dy_5Bi_3 с общей формулой $Gd_{5-x}Dy_xBi_3$ ($x=0,5-4,5$), в качестве магнитного материала.

Компьютерный набор: Фатхуллаева М.С.

Заказ

Тираж

Подписное

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