



Республика Таджикистан

(19) **TJ** (11) **367**

(51)) **МПК(2006) С 01 F**
17/00; С 01 G 29/00; 30/00

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения**

К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

(21) 1000456

(22) 27.04.2010

(46) Бюл.59 (3), 2010

(71) Абулхаев В.Ч. (ТJ); Ганиев И.Н. (ТJ); Балаев М.А. (ТJ); Холов Н.Ш. (ТJ).

(72) Абулхаев В.Ч. (ТJ); Ганиев И.Н. (ТJ); Балаев М.А. (ТJ); Холов Н.Ш. (ТJ).

(73) Абулхаев В.Ч. (ТJ); Ганиев И.Н. (ТJ); Балаев М.А. (ТJ); Холов Н.Ш. (ТJ).

(54) **ТВЕРДЫЙ РАСТВОР НА ОСНОВЕ
ВИСМУТИДА ГАДОЛИНИЯ И АНТИМО-
НИДА ИТТЕРБИЯ**

(56) 1. Holtzberg F., Methfessel S. Rare-earth compounds with the Th_3P_4 type structure // J.Appl. Phys. 1966. V.37. №3. P. 1433-1435.

2. Холов Н.Ш, Абулхаев В.Д., Ганиев И.Н., Назаров Х.Х. Синтез и магнитные свойства сплавов системы Gd -Bi// Докл. АН РТ. 2008. Т. 51. №8. С. 610-614.

(57) Изобретение относится к химическим соединениям, а именно к твердым растворам на основе висмутида Gd_4Bi_3 и антимонида Yb_4Sb_3 с общей формулой $\text{Gd}_{4-x}\text{Bi}_{3-y}\text{Yb}_x\text{Sb}_y$ где ($x=0.4-3.6$; $y=0.3-2.7$), которые могут быть использованы как магнитные материалы в криогенной технике.

Изобретение относится к химическим соединениям к твердым растворам на основе висмута Gd_4Bi_3 и антимонида Yb_4Sb_3 с общей формулой $Gd_{4-x}Bi_{3-y}Yb_xSb_y$ где ($x=0.4-3.6$; $y=0.3-2.7$).

Антимонид иттербия - Yb_4Sb_3 при комнатной температуре является парамагнетиком с относительно низкой температурой Кюри равной 10 К [1], что является его существенным недостатком. При этом среди изоструктурных соединений редкоземельных элементов с сурьмой и висмутом, наиболее высокую парамагнитную температуру Кюри (340-364 К) имеет Gd_4Bi_3 [1, 2].

Данное изобретение аналогов не имеет.

Цель изобретения - синтез на основе висмута Gd_4Bi_3 и антимонида Yb_4Sb_3 твердых растворов $Gd_{4-x}Bi_{3-y}Yb_xSb_y$ ($x=0.4-3.6$; $y=0.3-2.7$) - магнитных материалов, парамагнитная температура Кюри которых была бы существенно выше, чем у Yb_4Sb_3 .

Для достижения цели на основе висмута Gd_4Bi_3 и антимонида Yb_4Sb_3 приготавливают твердые растворы состава $Gd_{4-x}Bi_{3-y}Yb_xSb_y$ ($x=0.4-3.6$; $y=0.3-2.7$).

Для получения гомогенных твердых растворов указанных составов порошки висмута Gd_4Bi_3 и антимонида Yb_4Sb_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 $1450 \pm 50^\circ C$ и при этой температуре выдерживают 4-6 ч. После этого печь выключают и тигель с веществом охлаждают до комнатной температуры.

Скорость нагрева и охлаждения печи составляет 40 град/мин. Установлено, что скорость нагрева и охлаждения не играет существенной роли при синтезе твердых растворов. Существенное значение при синтезе имеют конечная температура синтеза и время выдержки реакционной смеси при этой температуре. Так, при продолжительности менее 4 ч. не достигается полной гомогенизации продукта, а продолжительность синтеза более 6 ч. не имеет смысла, поскольку дальнейшее продолжение времени синтеза не влияет на фазовый состав полученного гомогенного продукта. Синтез при температуре ниже $1400^\circ C$ приводит к образованию неомогенного продукта, вследствие неполного взаимодействия Gd_4Bi_3 с Yb_4Sb_3 .

Твердые растворы составов $Gd_{4-x}Bi_{3-y}Yb_xSb_y$ ($x=0.4-3.6$; $y=0.3-2.7$). синтезируются при одном и том же температурном и временном режиме, т.е. при $1450 \pm 50^\circ C$ и времени выдержки 4-6 ч.

Получение твердых растворов иллюстрируется следующими примерами:

Пример 1. При получении твердого раствора состава $Gd_{2.8}Bi_{2.1}Yb_{0.4}Sb_{0.9}$ в количестве 15 г, в соотношении мольных долей Gd_4Bi_3 и Yb_4Sb_3 как 0.7:0.3, 11.023 г порошка Gd_4Bi_3 смешивают с 3.977 г порошка Yb_4Sb_3 . Затем смесь прессуют в таблетку и загружают в герметичный тигель из молибдена. Нагрев тигля с таблеткой от комнатной температуры до $1450 \pm 50^\circ C$ осуществляют в вакууме $1.33 \cdot 10^{-2}$ Па и выдерживают при этом 2-3 ч. После этого печь и тигель с таблеткой охлаждают до комнатной температуры.

Пример 2. При получении твердого раствора состава $Gd_{2.4}Bi_{1.8}Yb_{1.6}Sb_{2.4}$ в количестве 25 г, в соотношении мольных долей Gd_4Bi_3 и Yb_4Sb_3 как 0.6:0.4, 16.013 г порошка Gd_4Bi_3 смешивают с 8.987 г порошка Yb_4Sb_3 . Затем смесь прессуют в таблетку и загружают в герметичный тигель из молибдена. Нагрев тигля с таблеткой от комнатной температуры до $1450 \pm 50^\circ C$ осуществляют в вакууме $1.33 \cdot 10^{-2}$ Па и выдерживают при этом 4-5 ч. После этого печь и тигель с таблеткой охлаждают до комнатной температуры.

Пример 3. При получении твердого раствора состава $Gd_{0.8}Bi_{0.6}Yb_{3.2}Sb_{2.4}$ в количестве 30 г, в соотношении мольных долей Gd_4Bi_3 и Yb_4Sb_3 как 0.2:0.8, 6.868 г порошка Gd_4Bi_3 смешивают с 23.132 г порошка Yb_4Sb_3 . Затем смесь прессуют в таблетку и загружают в герметичный тигель из молибдена. Нагрев тигля с таблеткой от комнатной температуры до $1450 \pm 50^\circ C$ осуществляют в вакууме $1.33 \cdot 10^{-2}$ Па и выдерживают при этом 4-6 ч. После этого печь и тигель с таблеткой охлаждают до комнатной температуры.

Установлено, что висмутид Gd_4Bi_3 и антимонид Yb_4Sb_3 образуют между собой непрерывный ряд изоструктурных твердых растворов замещения, кристаллизующихся в кубической сингонии типа NaCl (табл.1.)

Из таблицы. 2. видно, что парамагнитная температура Кюри твердых растворов $Gd_{4-x}Bi_{3-y}Yb_xSb_y$ ($x=0.4-3.6$; $y=0.3-2.7$) выше температуры Кюри Yb_4Sb_3 и в интервале 10-90 мол.% Yb_4Sb_3 составляет 10-180 К.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Твердый раствор на основе висмута гадолиния и антимонида иттербия формулы Gd_4

$xBi_{3-y}Yb_xSb_y$ где ($x=0.4-3.6$; $y=0.3-2.7$) в качестве магнитного материала.

Компьютерный набор: Назарова Дж.Д.

Заказ

Тираж

Подписное

Национальный патентно-информационный центр РТ

734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а.

ТАБЛИЦА 1

ТВЕРДЫЙ РАСТВОР НА ОСНОВЕ ВИСМУТИДА ГАДОЛИНИЯ И АНТИМОНИДА ИТТЕРБИЯ

№	Индивидуальные соединения и твердые растворы	Содержание висмутита и антимонида, мол. %		Параметр элементарной ячейки а, нм	Плотность, кг/м ³	Микротвердость, МПа
		Gd ₄ Bi ₃	Yb ₄ Sb ₃			
1.	Gd ₄ Bi ₃	100		0.9382	10159	3600
2.	Gd _{3,6} Bi _{2,7} Yb _{0,4} Sb _{0,3}	90	10	0.9376	1001	4300
3.	Gd _{3,2} Bi _{2,4} Yb _{0,8} Sb _{0,6}	80	20	0.9368	9880	4400
4.	Gd _{2,8} Bi _{2,1} Yb _{1,2} Sb _{0,9}	70	30	0.9362	9737	5500
5.	Gd _{2,4} Bi _{1,8} Yb _{1,6} Sb _{1,2}	60	40	0.9354	9602	5000
6.	Gd ₂ Bi _{1,5} Yb ₂ Sb _{1,5}	50	50	0.9348	9457	5450
7.	Gd _{1,6} Bi _{1,2} Yb _{2,4} Sb _{1,8}	40	60	0.9339	9321	5100
8.	Gd _{1,2} Bi _{0,9} Yb _{2,8} Sb _{2,1}	30	70	0.9332	9175	4750
9.	Gd _{0,8} Bi _{0,6} Yb _{3,2} Sb _{2,4}	20	80	0.9326	9035	4450
10.	Gd _{0,4} Bi _{0,3} Yb _{3,6} Sb _{2,7}	10	90	0.9318	8893	4360
11.	Yb ₄ Sb ₃		100	0.9312	8748	4200

ТАБЛИЦА 2

ТВЕРДЫЙ РАСТВОР НА ОСНОВЕ ВИСМУТИДА ГАДОЛИНИЯ И АНТИМОНИДА ИТТЕРБИЯ

№	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 ₄ Bi ₃	117878.8	364	73.45
2.	Gd _{3.6} Bi _{2.7} Yb _{0.4} Sb _{0.3}	34238.2	180	52.86
3.	Gd _{3.2} Bi _{2.4} Yb _{0.8} Sb _{0.6}	23987.4	152	49.15
4.	Gd _{2.8} Bi _{2.1} Yb _{1.2} Sb _{0.9}	17517.0	127	45.47
5.	Gd _{2.4} Bi _{1.8} Yb _{1.6} Sb _{1.2}	12641.3	98	41.73
6.	Gd ₂ Bi _{1.5} Yb ₂ Sb _{1.5}	8656.5	57.2	38.02
7.	Gd _{1.6} Bi _{1.2} Yb _{2.4} Sb _{1.8}	7971.7	48	37.09
8.	Gd _{1.2} Bi _{0.9} Yb _{2.8} Sb _{2.1}	7097.6	32	36.16
9.	Gd _{0.8} Bi _{0.6} Yb _{3.2} Sb _{2.4}	6738.5	26	35.52
10.	Gd _{0.4} Bi _{0.3} Yb _{3.6} Sb _{2.7}	6426.0	18	35.14
11.	Yb ₄ Sb ₃	5792.8	10	33.94