

ЛИТЕРАТУРА

1. Карамян С. А., Меликов Ю. В., Тулинов А. Ф. «Физика элемент. частиц и атомного ядра», 4, 456, 1973.
2. Меликов Ю. В., Тулинов А. Ф., Чеченин Н. Г. Тезисы докладов IV Всесоюзной конференции по физике взаимодействия заряженных частиц с монокристаллами. М., 1974.
3. Линдхардт И. «Успехи физических наук», 99, 249, 1969.
4. Nakayama H., Ichii M. et. al. «Nucl. Phys.», A208, 545, 1973.

Поступила в редакцию
28.4 1975 г.

НИИЯФ

УДК 539.26

Е. М. САХАРОВ, Н. Н. ЛОБАНОВ

УПОРЯДОЧЕНИЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СПЛАВЕ Fe₃Pt

Исследование структурных превращений и процесса упорядочения в сплавах, обладающих инвариными аномалиями, является важным элементом в изучении природы инваров.

Процесс упорядочения в инварином сплаве Fe₃Pt исследовался нами на двух сериях образцов. Первая серия изготовлялась для уточнения температуры перехода из неупорядоченной в упорядоченную γ -фазу и определения необходимых режимов отжига для образцов второй серии. Сплавы готовились из Fe и Pt чистотой 99,99% в индукционной печи в атмосфере Ar (-0,3 ат.). Термообработка всех образцов проводилась в откачанных до $5 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст. кварцевых ампулах. Гомогенизирующий отжиг длился 48 ч при $T=1100^\circ\text{C}$. Процентное содержание компонентов определялось методом комплексанометрического титрования. Рентгеноструктурный анализ проводился в камере РКД-57 на Co Ka. Слиток, содержащий 24,8 ат. % Pt, измельчался в порошок и отжигался 24 ч при $T=900^\circ\text{C}$ для снятия механических напряжений, что подтверждалось разрешением дублета $K\alpha_1$, $K\alpha_2$ отражения (400). Порошок набивался в длинную кварцевую трубку с внутренним диаметром 2 мм, которая откачивалась и на 72 ч помещалась в печь с градиентом $1^\circ\text{C}/\text{см}$ в области температур 730—750°C и не более $2^\circ\text{C}/\text{см}$ в остальном диапазоне 600—800°C. Термообработка завершалась закалкой в воду со льдом. Описание градиентной печи приводится в работе [1]. Трубка с порошком разрезалась на отрезки длиной 1 см. Рентгенофазовый анализ этих образцов показал, что переход из неупорядоченной γ -фазы (г.ц.к.) в упорядоченную (по типу Cu_3Au) происходит при $T=738 \pm 1^\circ\text{C}$. В образцах, отожженных выше 738°C , кроме неупорядоченной γ -фазы (аустенит) обнаружено присутствие α -фазы (мартенсит). Образование мартенсита в системе Fe—Pt вблизи состава 75 ат. % Fe—25 ат. % Pt исследовалось в работах [2, 3], где показано, что α -фаза имеет о.ц.к. ячейку с незначительным тетрагональным искажением вдоль оси c . Содержание α -фазы в наших образцах уменьшалось при снижении температуры отжига. Существование мартенсита определялось по наличию сильного отражения (110). Параметр ячейки α -фазы $a=2,96 \pm 0,03 \text{ \AA}$.

Образцы второй серии были приготовлены для исследования по мессбауэровской спектроскопии. Сплавление компонентов, гомогенизация слитка и определение состава проводилось таким же образом, как и для образцов первой серии. Слиток, содержащий 25 ат. % Pt и обогащенный до 14 ат. % Fe⁵⁷, прокатывался в фольгу толщиной ~8 мк. Отжиг при $T=1100^\circ\text{C}$ в течение 3 ч снимал механические напряжения. Было приготовлено 6 образцов, которые выдерживались при $T=1000, 740, 720, 700, 680$ и 650°C в течение 72 ч с последующей закалкой в воду со льдом. Рентгенофазовый анализ показал, что при $T=20^\circ\text{C}$ образцы № 1 и № 2 содержат неупорядоченную γ -фазу без примеси α -фазы, образцы № 3, 4, 5, 6 имеют различную степень дальнего порядка S . Величина S определялась из отношения интенсивностей отражений (110) и (111), измерявшихся на микрофотометре, и приведена в табл. 1. Найденное изменение параметра элементарной ячейки в зависимости от температуры отжига согласуется с результатом работы [3]. Далее рентгеноструктурный анализ проводился при $T=80 \text{ K}$ (экспозиция 5 ч). На дебаеграмме образца № 1 присутствует практически чистая α -фаза, а рентгенограммы образцов № 2, 3 показывают уменьшение мартенсита в образце и одновременное уменьшение сопровождающих его упругих напряжений матрицы. При $S \geq 0,7$ ($T_{\text{отж}} \leq 700^\circ\text{C}$) мартенсит не обнаружен. Количество α -фазы контролировалось по изменению интенсивности отражения (110), а упругие

Таблица 1

Температура отжига, °C	Параметр решетки, Å	Параметр дальнего порядка S
1000	$3,720 \pm 0,002$	
740	$3,722 \pm 0,002$	
720	$3,728 \pm 0,002$	$0,6 \pm 0,1$
700	$3,730 \pm 0,002$	$0,7 \pm 0,1$
680	$3,731 \pm 0,002$	$0,7 \pm 0,1$
650	$3,731 \pm 0,002$	$0,8 \pm 0,1$
630	$3,734 \pm 0,002$	$0,9 \pm 0,1$

напряжения матрицы определялись по размытию дублета $K\alpha_1$, $K\alpha_2$ отражения (400).

Рентгенофазовый анализ ($T=20^\circ\text{C}$) образцов № 1—6 после выдержки их при $T=80$ К показал, что $\gamma \rightarrow \alpha$ -переход полностью обратим в упорядоченных образцах. Неупорядоченная γ -фаза восстанавливается лишь частично, причем ее доля больше в образцах, отожженных при более низких температурах. Одновременно с рентгеноструктурным анализом образцов второй серии проводились исследования по мёссбауэровской спектроскопии. Они подтвердили данные рентгеноструктурного анализа о фазовых превращениях в сплаве Fe_3Pt при охлаждении до $T=80$ К и последующем нагревании до комнатной температуры. В качестве источника резонансных γ -квантов использовался Co^{57} в Pd с экспериментальной шириной линии 0,36 мм/с. Данные по мёссбауэровской спектроскопии приведены в таблицах 2 и 3. Обработка спектров

Таблица 2

Температура закалки, °C	Изомерный сдвиг в мм/сек относительно чистого железа	
	при $T=80$ К	при $T=293$ К (после $T=80$ К)
1000	$0,14 \pm 0,03$	мартенсит $0,17 \pm 0,03$ γ -фаза $0,10 \pm 0,03$
740	$0,13 \pm 0,03$	мартенсит $0,16 \pm 0,03$ γ -фаза $0,10 \pm 0,03$
720	$0,16 \pm 0,03$	$0,17 \pm 0,03$
700	$0,12 \pm 0,03$	$0,17 \pm 0,03$
680	$0,15 \pm 0,03$	$0,15 \pm 0,03$
650	$0,15 \pm 0,03$	$0,16 \pm 0,03$

Таблица 3

Фаза	Величина среднего поля на ядрах Fe^{57} в сплаве ± 10 коэ	
	при $T=80$ К	при $T=293$ К (после $T=80$ К)
Мартенсит	370	370
Fe_3Pt упорядоченный при 650°C	330	260

проводилась на ЭВМ «Мир-1». Мёссбауэровские спектры неупорядоченного сплава представляют собой одиночную линию с шириной, близкой к естественной, а спектры α -фазы и упорядоченной γ -фазы — хорошо разрешенные зеемановские шестерки. Найденная величина эффективного магнитного поля на ядрах Fe^{57} в образце № 6 совпадает с данными работы [4], а его отрицательный знак был определен из мёссбауэровских измерений образцов № 6 во внешнем магнитном поле. Сверхтонкое поле на ядрах Fe^{57} в α -фазе больше, чем в упорядоченной γ -фазе, и в пределах ошибок измерений не зависит от температуры. Разная величина изомерного сдвига в упорядоченной и неупорядоченной γ -фазе указывает на изменение конфигурации $3d4s$ электронных оболочек атома Fe при упорядочении сплава Fe_3Pt .

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмин Р. Н. «Журн. неорганической химии», 7, 407, 1962.
2. Berkowitz A. E., Donahoe F. J. et al. «Acta metallurg.», 5, 1, 1973.
3. Dunne D. P., Weyman C. M. «Met. Trans.», 4, 137, 1973; Kawiwara S., Owen W. S. «Met. Trans.», 5, 2047, 1974.
4. Shiga M., Miyoshi A., Nakamura Y. «Phys. Status Solidi (b)», 49, 2, K195, 1972.

Поступила в редакцию
5.5 1975 г.

Кафедра
физики твердого тела

УДК 535.5

В. А. ДИАНОВА, В. Н. ПАРЫГИН, А. САВЕНОК

СУПЕРГЕТЕРОДИННЫЙ ПРИЕМ СВЧ МОДУЛИРОВАННОГО ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Для приема СВЧ модулированного светового излучения с помощью фотоэлектронного умножителя может быть применен гетеродинный принцип. В такой системе стандартный ФЭУ, обладающий высокой чувствительностью к свету, используется в

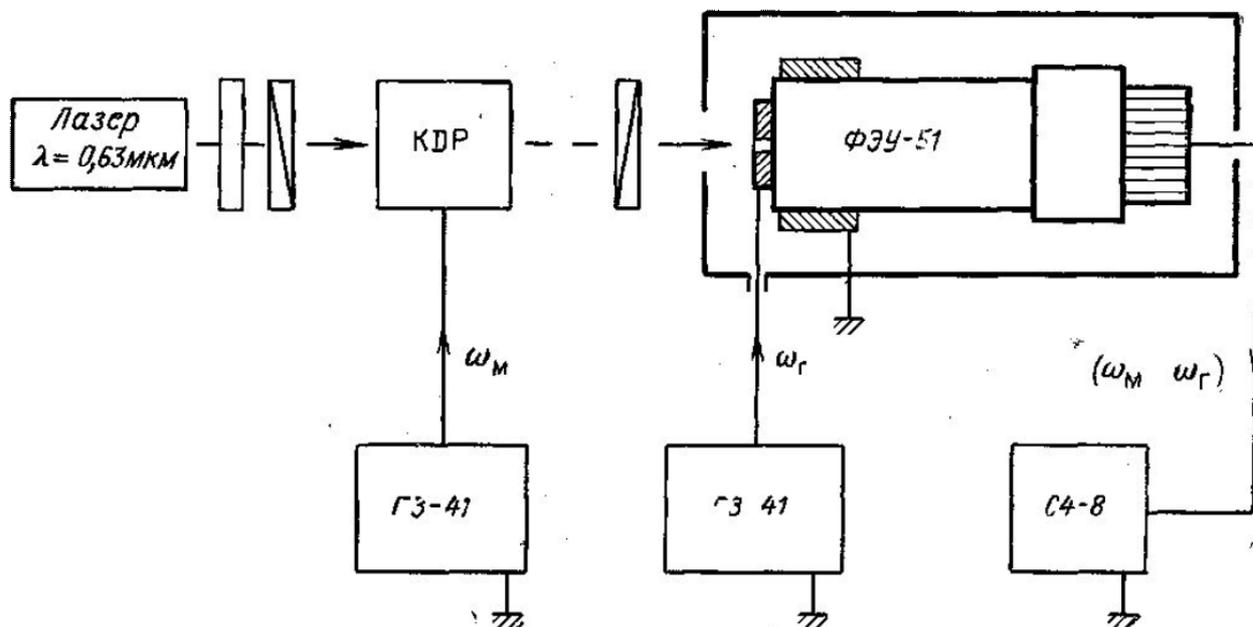


Рис. 1

качестве преобразователя частоты [1]. Супергетеродинный метод приема амплитудно-модулированного света основан на модуляции чувствительности ФЭУ и возникновении сигнала разностной частоты, который усиливается в диодной системе. Для этого во входную камеру ФЭУ подается сигнал гетеродина с частотой, близкой к частоте модуляции. Такой метод приема значительно расширяет частотные пределы использования стандартного ФЭУ.