

ранее [6], к увеличению оптической плотности пленок. Протекание фотохимических реакций может происходить с участием атомарного кислорода или озона, образующихся под действием УФ-излучения. При этом процесс взаимодействия атомов кислорода осуществляется, по-видимому, как с поверхностными слоями пленки, так и с объемом. В результате такого взаимодействия происходят как изменения химического состава, так и структуры пленки, что проявляется в наблюдаемых изменениях оптических параметров и толщины материала.

Таким образом, резюмируя полученные результаты, можно утверждать, что УФ-облучение слоев a -C : H приводит к фотостимулированным изменениям оптических параметров материала n , k и, следовательно, E_0 сопровождающимся существенными изменениями толщины слоев d . Эти изменения свидетельствуют о протекании под действием УФ-облучения фотостимулированных процессов в сетке аморфного гидрогенизированного углерода a -C : H.

Авторы признательны В. М. Любину за полезные обсуждения работы, В. Х. Кудояровой за измерение ИК-спектров поглощения.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Алмаз в электронной технике. М.: Энергоатомиздат, 1990. С. 248.
- [2] Kolomiets B. T., Lyubin V. M. // Mat. Bull. 1978. V. 13. P. 1343—1352.
- [3] Васильев В. А., Волков А. С., Мусабеков Е., Теруков Е. И. // Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. № 8. С. 1675—1681.
- [4] Azzam R. M., Bashara N. M. Ellipsometry and Polarised Light. Amsterdam, North Holland, 1977.
- [5] The Optical Constants of Bulk Materials and Films. IOP Publishing, 1988.
- [6] Watanabe I. et al. // Jpn. J. Appl. Phys. 1986. V. 25. P. 1851—1857.

Физико-технический институт
им. А. Ф. Иоффе АН СССР
Санкт-Петербург

Поступило в Редакцию
27 мая 1991 г.

© Физика твердого тела, том 33, № 11, 1991
Solid State Physics, vol. 33, N 11, 1991

МАГНИТНАЯ СТРУКТУРА $Tb_2Cu_2O_5$ И $Tm_2Cu_2O_5$

И. В. Голосовский, Б. В. Миль, В. П. Плахтий, В. П. Харченко

В наших предыдущих работах [1, 2] сообщалось о магнитном упорядочении в $Lu_2Cu_2O_5$ и $Er_2Cu_2O_5$. В этих соединениях, кристаллизующихся в ромбической пространственной группе $R\bar{3}m2_1$, спины Cu^{2+} направлены вдоль оси [010] и образуют чередующиеся по знаку ферромагнитные слои, параллельные плоскости (001). Магнитные моменты Er^{3+} неколлинеарны

Т а б л и ц а 1

Координаты и магнитные моменты атомов меди и тербия в $Tb_2Cu_2O_5$
($a=10.856$ (3) Å, $b=3.548$ (1) Å, $c=12.537$ (3) Å)

	x/a	y/b	z/c	M_x, μ_B	M_y, μ_B	M_z, μ_B	M, μ_B
Cu1	0.9875 (7)	0.667 (2)	0.118 (1)	0.0 (2)	0.83 (5)	0.0 (2)	0.83 (5)
Cu2	0.2610 (7)	0.654 (2)	0.220 (1)	0.0 (2)	0.83 (5)	0.0 (2)	0.83 (5)
Tb1	0.206 (1)	0.221 (2)	0	-1.9 (1)	-5.1 (3)	-2.15 (5)	5.9 (3)
Tb2	0.041 (1)	0.222 (2)	0.3300 (5)	0.0 (2)	-4.4 (3)	0.0 (2)	4.4 (3)
$R, \%$	$R_N=5.4$			$R_M=5.4$			

Координаты и магнитные моменты атомов меди и тулия в $Tm_2Cu_2O_5$
 ($a=10.748(3)$ Å, $b=3.461(1)$ Å, $c=12.379(3)$ Å)

	x/a	y/b	z/c	M_x, μ_B	M_y, μ_B	M_z, μ_B	M, μ_B
Cu1	0.9899 (7)	0.664 (3)	0.114 (1)	0.82 (7)	0.0 (2)	0.0 (2)	0.82 (7)
Cu2	0.2612 (7)	0.665 (2)	0.217 (1)	0.82 (7)	0.0 (2)	0.0 (2)	0.82 (7)
Tm1	0.211 (1)	0.223 (2)	0	-1.6 (1)	0.0 (2)	-3.1 (2)	3.9 (2)
Tm2	0.043 (1)	0.214 (2)	0.3302 (5)	-3.4 (1)	0.0 (2)	-2.3 (2)	4.2 (2)
$R, \%$	$R_N=2.6$			$R_M=8.7$			

и лежат в плоскости (010). Настоящая работа является продолжением исследований магнитного упорядочения в редкоземельных купратах $R_2Cu_2O_5$.

Однофазные поликристаллические образцы $Tb_2Cu_2O_5$ и $Tm_2Cu_2O_5$ были синтезированы по технологии [3]. Нейтронографические исследования проводились на 48-счетчиковом дифрактометре реактора ВВР-М при

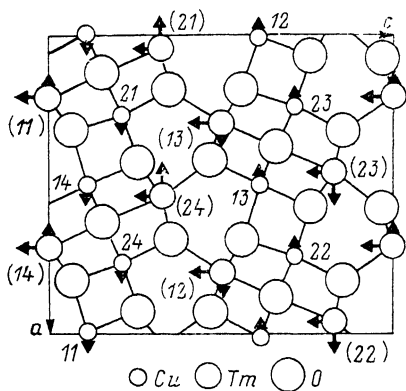


Рис. 1. Магнитная структура $Tb_2Cu_2O_5$ в проекциях на оси кристалла.

Двузначными числами указаны номер четырехкратной кристаллографической позиции согласно табл. 1 и номер атома. Нумерация атомов Tb дана в скобках.

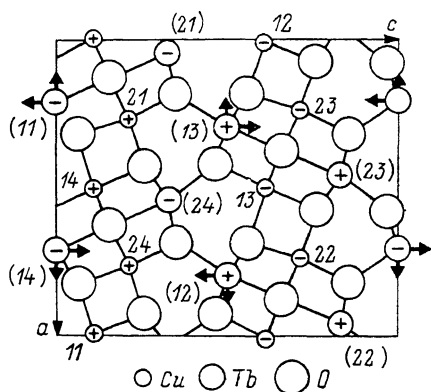


Рис. 2. Магнитная структура $Tm_2Cu_2O_5$.

длине волны $\lambda=1.383$ Å. Поскольку в работе [3] наблюдались два максимума магнитной восприимчивости при $T_N=17$, $T_1=8$ К для $Tb_2Cu_2O_5$ и $T_N=15$, $T_1=12$ К для $Tm_2Cu_2O_5$, на каждом образце были получены по три нейтронограммы соответственно при 1.3, 11, 25 К и 4.2, 13.5, 25 К. Кристаллическая структура в парамагнитной фазе уточнялась по стандартной программе профильного анализа DBW3.2S [4]. Полученные таким образом координаты атомов (табл. 1, 2) использовались при расчете магнитной структуры методом профильного анализа [5] на массиве из 235 магнитных отражений. Для магнитного форм-фактора редких земель использовалось дипольное приближение [6, 7].

Систематика магнитных отражений свидетельствует о том, что в обоих соединениях волновой вектор магнитной структуры $\mathbf{k}=0$ во всем интервале $T < T_N$. Базисные функции четырех одномерных неприводимых представлений группы этого волнового вектора даны в [2].

В $Tb_2Cu_2O_5$, как и в ранее исследованных соединениях, реализуется представление $\Gamma_1 (G_i^x, A_j^y, C_i^z; g_j^x, a_j^y, c_j^z)$. Магнитная структура показана на рис. 1 проекциями моментов на кристаллографические оси. Моменты Tb2, так же как и моменты Cu1, Cu2, направлены по (+), или против (-) оси [010]. В случае Tb1 все три проекции отличны от нуля. Величины моментов и их проекций при $T=1.3$ К приведены в табл. 1. (В процессе уточнения

магнитной структуры моменты Cu1 и Cu2 считались одинаковыми, а проекции, величина которых не превосходила двух стандартных ошибок, полагались равными нулю).

В $Tm_2Cu_2O_5$ реализуется представление $\Gamma_2 (A_i^z, G_j^y, F_i^z; a_j^z, g_j^y, f_j^z)$. Соответствующая магнитная структура изображена на рис. 2, а численные значения ее параметров приведены в табл. 2. Представление Γ_2 допускает ферромагнитные составляющие моментов меди (F_i^z) и тулия (f_j^z) вдоль оси [001]. Величина спонтанного момента на формульную единицу $M_0=5.4$ (4) μ_B , в основном связанного с редкой землей, согласуется с данными магнитных измерений [3]. Можно предположить, что среди множества разнообразных фазовых переходов, наблюдавшихся в $R_2Cu_2O_5$ во внешнем поле и интерпретированных как метамагнитные [3], имеются переходы спиновой переориентации в фазу Γ_2 , приводящие к появлению ферромагнитной составляющей.

В заключение отметим, что в обоих случаях мы не обнаружили каких-либо изменений магнитной структуры при температуре T_1 , соответствующей второму максимуму восприимчивости [3].

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Плахтий В. П., и др. // Письма в ЖЭТФ. 1990. Т. 51. № 1. С. 45—47.
- [2] Плахтий В. П., Боннэ М. и др. // Письма в ЖЭТФ. 1990. Т. 51. № 12. С. 637—630.
- [3] Kazei Z. A. et al. // J. Magn. Mag. Mat. 1990. V. 86. N 1. P. 124—134.
- [4] Wilts D. B., Young R. A. // J. Appl. Cryst. 1982. V. 15. N 3. P. 430—438.
- [5] Hewat A. W. Harwell Rep. N AERE-R7350. 1973. 69 p.
- [6] Lander G. H., Brun T. O. // J. Chem. Phys. 1970. V. 53. N 4. P. 1387—1391.
- [7] Freeman A. J., Desclaux J. P. // J. Magn. Mag. Mat. 1979. V. 12. N 1. P. 11—21.

Институт ядерной физики
им. Б. П. Константинова АН СССР
Санкт-Петербург

Поступило в Редакцию
27 мая 1991 г.

УДК 546.87.86.24

© Физика твердого тела, том 33, № 11, 1991
Solid State Physics, vol. 33, N 11, 1991

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНОК n - Bi_2Te_3

Ю. А. Бойков, О. С. Грибанова, В. А. Данилов, В. А. Кутасов

Исследование пленочных эпитаксиальных систем на основе халькогенидов висмута и сурьмы представляет значительный интерес для получения информации о фундаментальных физических параметрах данного класса материалов, обладающих слоистой структурой.

Одним из необходимых условий эпитаксиального роста пленок является высокая подвижность конденсируемых атомов и молекул на поверхности подложки. Миграционная способность частиц, адсорбируемых на поверхности формируемого слоя, как известно, зависит от кинетической энергии, приобретенной ими в процессе испарения исходного материала, и температуры подложки T_n . В случае теллурида висмута, однако, имеется ряд обстоятельств, затрудняющих повышение T_n : а) теллурид висмута сублимируется инконгруэнтно [1]; б) упругости пара отдельных компонент и соединений, образующихся в результате сублимации исходного материала существенно различаются; в) имеют место значительные различия в коэффициентах прилипания молекул Te_2 , $BiTe$, Bi_2 и т. д. на поверхности разогретых подложек. Указанные особенности роста пленок Bi_2Te_3 из паровой фазы обуславливают высокую концентрацию ($n=$