

zero, and its position will depend relatively weakly on the orientation of I in the crystal. Consequently, the position of the highly energetic components of the absorption line fine structure in the electronic transition ${}^7F_6 - {}^7F_0$ (and apparently in the transition ${}^7F_6 - {}^7F_1$) should yield information directly about the anisotropy of the lowest levels of the multiplet 7F_6 of the Tb^{3+} ion.

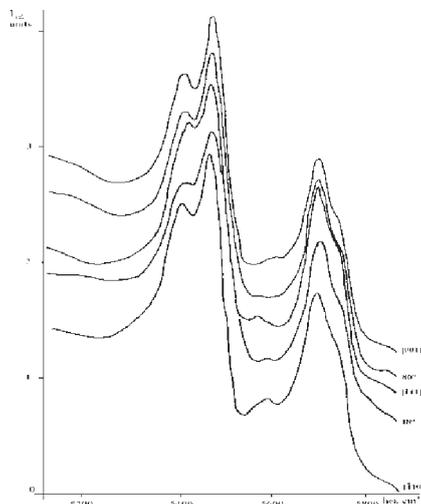


Fig. 3. Absorption spectra of linearly polarized light of a $Tb_3Ga_5O_{12}$: solid curve – $T=30$ K, dashed – $T=100$ K

Acknowledgments

The work is executed at support of the Ministry of education and science of the Russian Federation (the project № 2.2527.2011). Investigations were carried out on the equipment of Natural Sciences Research and Education Centre at North-Ossetian State University.

References

1. Wang W., Chen R. and Qi X.: J. Alloy. Compd. Vol. 512 (2012), p. 128
2. Tsidaeva N., Abaeva V., Enalidieva E., Magkoev, Turiev A., Ramonova A. and Butkhuzi T.: Key Eng. Mater. Vol. 543 (2013), p. 364 T.
3. Tsidaeva N.I., Abaeva V.V., Magkoev T.T.: Acta Phys. Polonica A Vol. 121(1) (2012), p. 74
4. Wang W., Chen R. and K. Wang: IEEE Trans. Magn. Vol. 48 (2012), p. 3638
5. Wang W., Qi X. and Liu G.: J. Appl. Phys. Vol. 103(7) (2008), p. 073908
6. Tsidaeva N.I.: J. Alloy. Compd. Vol.408-412 (2006), p. 164
7. Nath M., Sharma C.L. and N. Bharti: Rev. Inorg. Chem. Vol. 20 (2000), p. 137
8. Guillot M., Feldmann P. and Le Gall H.: J. Magn. Magn. Mat. Vol. 30 (1982), p. 223
9. Guillot M., Feldmann P., Le Gall H. and A. Marchand: J. Appl. Phys. Vol. 63 (1988), p. 3104
10. Ramazanoglu, V. Kiryukhin and S.-W. Cheong: Phys. Rev. Vol. B82 (2010), p. 014414
11. Reshmi C.P., Pillai S. Savitha, K.G. Suresh and M.R. Varma: Journal of Magnetism and Magnetic Materials Vol. 324 (12) (2013), p. 1962
12. Tsidaeva N.I., Abaeva V.V., Enalidieva E.V., Magkoev T.T., Ramonova A.G., Butkhuzi T.G., Kesaev V.I. and Turiev A.M.: Optical Materials Vol. 35 (10) (2013), p. 1783.

ИЗМЕНЕНИЕ MORFOLOGИИ ПОВЕРХНОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ ПЛЕНОК ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРНОГО ИМПУЛЬСА

¹Пашков А.Д., ^{1,2}Туриев А.М., ¹Бутхузи Т.Г., ¹Рамонова А.Г., ¹Хайманов С.А., ¹Абаева В.В., ¹Еналдиева Е.В., ¹Цидаева Н.И.

¹СОГУ им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: vip.sagittarius@yandex.ru;
²СПб ГУ, Санкт-Петербург

В работах по исследованию фрагментации органических пленок MnPc и PTCDA под действием импульсного лазерного излучения была обнаружена

зависимость масс-спектров частиц десорбционного потока от кратности облучения [1]. Происходит модификация пленок, проявляющееся как изменение параметров поверхности. В частности, воздействие лазерного излучения на поверхность пленок перилена в спектральной области фундаментального поглощения вызвало изменение оптических свойств облученных участков [2]. С помощью интерференционного микроскопа МИИ-4 было обнаружено изменение отражательной способности облученных областей. Более детальное исследование облученных участков пленок MnPc (80 нм) с помощью атомно-силового микроскопа (АСМ) показало, что происходит необратимое изменение состояния поверхности [3]. В связи с чем, в данной работе ставилась задача исследования топографии поверхности пленок PTCDA и PTCDI(C₇H₇)₂ методами АСМ и закономерностей модификации органических пленок импульсным лазерным излучением наносекундной длительности.

Объекты исследования и техника эксперимента. В качестве источника излучения использовался Nd³⁺ YAG лазер с энергией кванта 2.34 эВ и длительностью импульса 10 нс. Длина волны лазера попадает в спектральную область собственного поглощения используемых органических пленок как PTCDA, так и MnPc. Пленки PTCDA наносились на поверхность GaAs (100) с использованием ячейки Кнудсена в вакууме 10⁻⁵ Па. В качестве исходного материала использовался очищенный порошок производства компании «Aldrich Chem. Co.». Скорость осаждения составляла 0.1 нм/с. Толщина пленок контролировалась резонансным методом во время напыления. Качество (молекулярный состав) пленок оценивалась сравнением ИК – спектров поглощения пленок и исходного порошка. Исследование топографии поверхности облученных пленок проводилось в условиях форвакуума (10⁻¹ Па) с использованием атомно-силового микроскопа NTEGRA-AURA компании NT-MDT.

Результаты экспериментов и их обсуждение. Известно, что при осаждении молекул PTCDA на горячую подложку происходит их частичная фрагментация с последующей десорбцией фрагментов с поверхности пленки [4]. Согласно результатам работы [5], легкие фрагменты, осколки карбонильной части молекулы PTCDA, начинают присутствовать в спектрах десорбционного потока при температуре 350К, а фрагментация остова молекулы начинается при 470К.

Учитывая эти результаты, а также планируя последующую обработку лазерным излучением, в данной работе осаждение органических пленок осуществлялось без нагрева подложки. В этом случае поверхностная диффузия затруднена, из-за низкой температуры, и осажденные молекулы образуются на поверхности подложки агломераты – кластеры. Происходит двумерный островковый рост с образованием малоподвижных кластеров и в результате пленки имеют столбчатую структуру. Необработанная пленка выглядит довольно неровной, и далее она подвергалась облучению импульсным лазерным излучением.

Действие лазерного излучения в спектральной области собственного поглощения пленки приводит к уплотнению поверхностного слоя пленок. Можно выделить три различных участка в зоне облучения, где произошло уплотнение и ступенчатое удаление пленки (рис. 1а). Одиночный скан, представленный на (рис. 1б) взят с уровня 55 – го мкм по горизонтали. В центральной части области облучения уровень поверхности опустился на 34 нм ниже по сравнению со следующей ступенькой, которая в свою очередь опу-

стилась на 20 нм (рис. 1b). Соответственно толщина пленки в этих участках зоны облучения составит 80 нм на первой ступеньке и 46 нм в центральной части. Рельеф поверхности в пределах ступенек после облучения стал более ровный с колебаниями по высоте менее 3 нм. Выброс высотой 1 мкм в конце графика имеет ширину около 2 мкм. По все видимости

это часть пленки свернулась в комок неправильной формы. Такую же природу имеют остальные, более низкие выступы. Обнадеживающие результаты по полному удалению разрушенного верхнего слоя были получены при использовании пленок на основе молекулы $PTCDA(C_7H_7)_2$ с азот содержащими заместителями в карбонильной части.

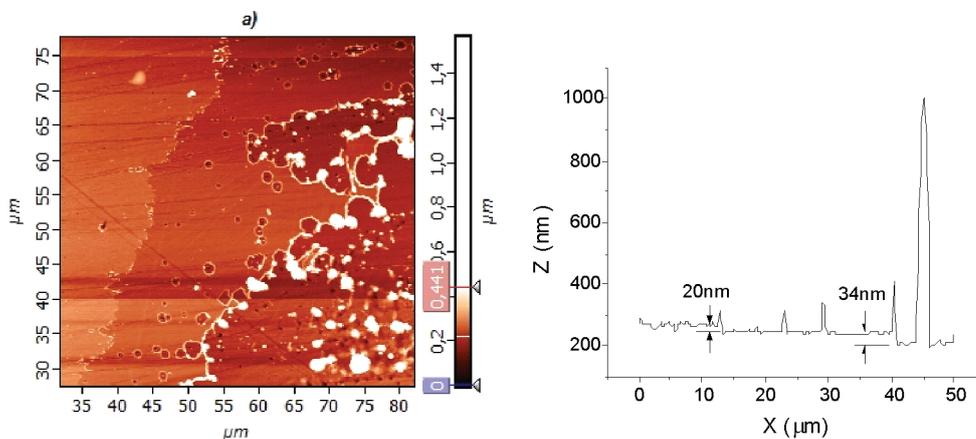


Рис. 1. Топография облученного импульсным лазерным излучением участка поверхности пленки PTCDA (a), рельеф поверхности по горизонтали на уровне 55 мкм (b)

Пленки $PTCDA(C_7H_7)_2$, как и PTCDA, наносились на подложки из арсенида галлия термически в вакууме 10^{-5} Па.

Заключение. В результате лазерно-стимулированной модификации органических пленок обнаружено, что действие лазерного излучения приводит к необратимому изменению топографии поверхности. Если длина волны падающего излучения попадает в область собственного поглощения, то происходит перестройка поверхности наблюдаемое как выравнивание поверхности в АСМ измерениях.

Работа выполнена по заданию министерство образования и науки РФ (проект №2.2527.211) на оборудование Научно Образовательного Центра естественных наук.

Список литературы

1. Lazneva E.F., Turiev A.M., Komolov S.A. Laser Stimulated Fragmentation and Desorption from the Surface of Organic Films: Perylene Derivates // Technical Physics Letters (2009, Vol. 35, №8) 781-784p.
2. Turiev A.M. Investigation of surface topography of organic films, modified by laser radiation // FMMN-2011 (12-14 October, 2011, Kharkov, Ukraine) – Kharkov, 2011. –502-506 p.
3. Turiev A.M., Ramonova A.G., Butkhuzi T.G., Magkoev T.T., Tsidaeva N.I.- Study of Fragmentation and Morphology of Organic Films by Electromagnetic Radiation./Proc. of the V-th Russian-Japanese Seminar Molecular and Biophysical Magnetoscience (SMBM),-Orenburg: Orenburg SU.-2010. – 73-75p.
4. Wusten J., Ertl Th., Lach S., Ziegler Ch.- Post deposition purification of PTCDA thin films // Surface Science 252 (2005) 104-107 p.
5. Hiroyasu Sato, Satoru Nishio. Polymer laser photochemistry, ablation, reconstruction, and polymerization // Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews – 2(2001) – P. 139-152.

СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ ГИПЕРЗВУКОВЫХ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Поляков М.С.

Московский физико-технический институт, Долгопрудный, e-mail: zauryarmyomiyint@gmail.com

Для доставки различных грузов на заданную орбиту с конца 50-х годов прошлого века и по настоящее время успешно применяются космические системы, использующие ракетный двигатель (РД).

Для создания тяги РД используют только топливо (или другие рабочие тела, хранящиеся внутри самого летательного аппарата. Как группа, РД являются самыми лёгкими и имеют наибольшую скорость истечения газовой струи. Хотя в то же самое время, это наименее эффективные, относительно топлива двигатели, среди всех типов реактивных двигателей. Более эффективными являются воздушные турбо реактивные двигатели (ВРД), прямоточные воздушно-реактивные двигатели (ПВРД) и гиперзвуковые прямоточный воздушно-реактивные двигатели (ГПВРД), использующие в качестве рабочего тела воздушно топливную смесь. ГПВРД по своей сути является разновидностью ПВРД с той лишь разницей, что горение происходит при сверхзвуковой скорости воздушного потока (отсюда и название двигателя). Это позволяет ГПВРД работать эффективно при очень больших числах Маха: от 12 (15000 км/ч) до теоретических 24 (29000 км/ч). В гиперзвуковых летательных аппаратах (ЛА) используют ГПВРД. Как правило, силовая установка занимает всю нижнюю поверхности фюзеляжа летательного аппарата и состоит из семи основных частей, пять из которых относятся непосредственно к самому двигателю (внутренний воздухозаборник, изолятор, камера сгорания, внутреннее сопло и топливная система), а две к фюзеляжу (передняя и задняя части) [1, 2]. Передняя часть фюзеляжа является основной частью воздухозаборной системы двигателя (рис. 1). Задняя же часть представляет главный элемент выходного сопла. Основной целью высокоскоростной воздухозаборной системы, включающей в себя переднюю часть фюзеляжа и внутренний воздухозаборник, является захват и сжатие набегающего потока воздуха (рис. 2). При их обтекании возникает система ударных волн, замедляющая захваченный воздух с соответствующим увеличением давления и температуры. Данный процесс включает в себя головную ударную волну с изоэнтропическими косыми скачками, взаимодействие пограничного слоя с ударными волнами, неоднородности потока, а также трёхмерные эффекты.