

ПОСЛЕДНИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОМОЩЬЮ СИ.

Г.Н.Кулипанов

Институт ядерной физики им Г.И.Будкера СО РАН

В докладе обсуждаются “потребительские” характеристики современных источников синхротронного излучения, пути и пределы их дальнейшего совершенствования. Сделана попытка раскрыть исследовательский и технологический потенциал этих источников на примерах работ, выполненных в последние годы в ведущих центрах синхротронного излучения.

Почтовый адрес: профессор Кулипанов Геннадий Николаевич
630090, Новосибирск, пр.Лаврентьева, 11
Институт ядерной физики им.Г.И.Будкера СО РАН
Телефон: (383-2) 35-94-98
Факс: (383-2) 35-21-63
e-mail: kulipanov@inp.nsk.su

ФОТОХИМИЯ ОРИЕНТИРОВАННЫХ СЛОЕВ ФТАЛОЦИАНИНА МЕДИ В РЕНТГЕНОВСКОМ ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН

Е.Ф.Резникова, В.А.Надолинный, П.П.Семянников, Т.В. Басова, В.П.Назьмов*,
И.К.Игуменов

Институт Неорганической Химии СО РАН, 630090, Новосибирск
* Институт Ядерной Физики им. Г.И.Будкера, 630090, Новосибирск

Слои фталоцианина меди (CuPc), нанесенные на подложку в вакууме, обладают свойствами как позитивного, так и негативного рентгенорезиста при экспонировании синхротронным излучением (1-13 Å) с дозами 3-5 кДж/см³ и более 35 кДж/см³, соответственно. Влияние синхротронного излучения (СИ) на слои CuPc и последующего вакуумно-термического проявления и проявления в плазме на позитивно- и негативно-облученные слои CuPc было исследовано методами ЭПР, КР, спектроскопии в видимой и УФ области длин волн, масс-спектрометрии с использованием ячейки Кнудсена, рентгеновской дифракции. Установлено, что ЭПР анизотропия ориентированных слоёв α-CuPc уменьшается с увеличением дозы облучения и изменяется для негативно-облученных слоев и для слоев, нагретых до температуры проявления. При температуре проявления в позитивно-облученных и необлученных слоях CuPc происходит фазовый переход α→β, но этот процесс не наблюдается для негативно-облученных слоев. Масс спектры молекул CuPc, испаряющихся из необлученных и позитивно-облученных слоев одинаковы; для негативно-облученных слоев регистрируются протонированные молекулы CuPc. Необлученные, позитивно-облученные и негативно-облученные слои CuPc имеют различные зависимости давления испаряющихся молекул от температуры. Полученные результаты проанализированы и фотохимия слоев CuPc в рентгеновском диапазоне длин волн обсуждена.

- 1) Резникова Елена Федоровна
- 2) Институт Неорганической Химии СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Лаврентьева,
- 3) Факс: (3832)-35-59-60
- 4) Телефон: (3832)-35-07-56
- 5) E-mail: igumen@che.nsk.su

Опыт использования запоминающих экранов на основе ВаFBr(Eu²⁺) для дифракционного эксперимента: малоуглового рассеяния, дифракции Лауэ, дифрактометрии монокристаллов.

А.И.Анчаров¹⁾, Ю.А.Гапонов¹⁾, Б.Я.Пирогов¹⁾, Б.П.Толочко¹⁾,
В.И.Кондратьев²⁾, М.В.Кузин²⁾, М.А.Шеромов²⁾.

1) Институт химии твердого тела СО РАН, Новосибирск

2) Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, Новосибирск

В настоящее время в дифракционном эксперименте во всех ведущих центрах синхротронного излучения для регистрации синхротронного излучения (СИ) используют запоминающие экраны (ЗЭ) на основе люминофора ВаFBr(Eu²⁺) с эффектом фотостимулированной люминесценции. Этот способ регистрации синхротронного излучения (СИ) отличает: высокая квантовая эффективность и пространственное разрешение, большой динамический диапазон.

Для регистрации рентгенограмм порошков ЗЭ помещался в камеру Дебая-Шерера диаметром 114.59 мм. Таким образом была получена рентгенограмма практически во всём угловом диапазоне с разрешением 0.15°. При увеличении расстояния образец - ЗЭ в десять раз было получено разрешение 0.015°.

В экспериментах по малоугловому рассеянию ЗЭ использовались в комбинации с однокоординатным детектором ОД-3.2. Наиболее эффективно было использование ЗЭ при юстировке станции и предварительной съёмке образцов, дающих асимметричное рассеяние. Финишная регистрация, в частности, с высоким временным разрешением, производилась детектором ОД-3.2.

В экспериментах по Лауэ дифракции и дифрактометрии монокристаллов ЗЭ использовались в комбинации с двухкоординатным детектором ДЕД-3, который использовался при юстировке и предварительной съёмке рентгенограмм. Финишная регистрация производилась с использованием ЗЭ.

Почтовый адрес: Анчаров Алексей Игоревич
630090, Новосибирск, пр.Лаврентьева, 11
Институт ядерной физики СО РАН
Телефон: 3832-359298
Факс: 3832-352163
E-mail: a.i.ancharov@inp.nsk.su

Результаты исследования структурной динамики мышцы методом малоугловой рентгеновской дифракции с высоким временным разрешением.

В.М.Аульченко³, А.А.Вазина¹, А.М.Гаджиев⁴, В.С.Герасимов¹, П.М.Сергиенко¹,
В.Н.Корнеев², Н.Кунст⁵, Г.Рапп⁵, М.А.Шеромов³

¹*Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пуццино*

²*Институт биофизики клетки РАН, Пуццино*

³*Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск*

⁴*Институт молекулярной биологии и биотехнологии АН Азербайджана, Баку*

⁵*EMBL - DESY, Гамбург*

Представлены результаты экспериментов, проведенных с использованием СИ накопителей ВЭПП-3 и DORIS. Исследовались различные режимы сокращения портяжной мышцы лягушки. Обнаружен ряд структурных состояний, отличных от состояния покоя. Проведены модельные расчеты состояния структуры для отдельных фаз цикла сокращения. Предложена принципиально новая модель сокращения, основанная на взаимодействии надмолекулярных белковых структур с несоизмеримыми периодами и различными симметриями.

Почтовый адрес: Гаджиев Ахмед Магомед-оглы

370073, Баку, ул. Метбулат, 2

ИМББ АН Азербайджана

Телефон: (99412)381217; 398608;

Факс: (99412)381570;

E-mail: mbio@azearn.ab.az

Получение изображений бронхов в живом организме с использованием СИ и газовых смесей ксенона в качестве рентгеноконтрастного агента.

Козлов Р.Ю., Кондратьев В.И., Кузин М.В., Кулипанов Г.Н.,
Мезенцев Н.А., Пиндюрин В.Ф.

Институт Ядерной Физики им. Будкера, СО РАН, г. Новосибирск

В статье предлагается новый метод малодозовой рентгеновской диагностики дыхательных путей человека. Применение газовых смесей ксенона, имеющего большой коэффициент поглощения рентгеновского излучения с энергией 34,5 кэВ и использование СИ позволяет существенно повысить контрастную чувствительность диагностических процедур, что даст возможность обнаруживать патологию дыхательных путей на ранней стадии заболевания. Применение специально разработанного детектора рентгеновского излучения существенно уменьшает получаемую пациентом дозу облучения.

Основа метода - цифровая разностная рентгенография. Базовая схема метода основана на резкой зависимости коэффициента поглощения рентгеновского излучения вблизи К-края поглощения контрастирующего агента. Методика получения изображений отработана на исследовании лимфатической системы живых крыс.

К настоящему времени лишь в BNL (Brookhaven, США) предложено опробовать метод ксенона на оборудовании станции "Ангиографии" с пространственным разрешением 0.5мм. Однако предварительные результаты еще не опубликованы. Наш детектор позволяет получить пространственное разрешение 0.1 мм. В случае получения хороших результатов можно будет говорить о совершенно новом методе диагностики дыхательных путей человека на ранней стадии заболевания.

Почтовый адрес: Кузин Максим Витальевич, 630090, Новосибирск,
пр. Ак. Лаврентьева, 11, ИЯФ им. Будкера СО РАН

Телефон: (3832) 35-91-67

Факс: (3832) 35-21-63

E-Mail: M.V.Kuzin@inp.nsk.su

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛАКСАЦИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ВОЗБУЖДЕНИЙ
В ШИРОКОЗОННЫХ ДИЭЛЕКТРИКАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНХРОТРОННОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ И ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКОВ

В.А.Пустоваров¹⁾, Э.И.Зинин²⁾, В.Ю.Иванов¹⁾, С.А.Смирнов¹⁾

¹⁾ Уральский государственный технический университет, Екатеринбург

²⁾ Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, Новосибирск

Методом люминесцентной спектроскопии с субнаносекундным временным разрешением исследованы процессы быстрой излучательной релаксации электронных возбуждений (ЭВ) в ряде широкозонных диэлектриков: (1) бинарных и сложных оксидах $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$, $\text{Bi}_2\text{Ge}_3\text{O}_9$, AWO_4 ($A=\text{Ca}, \text{Cd}, \text{Zn}$), $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, BeO , $\text{R}_2\text{SiO}_5\text{-Ce}$ ($\text{R}=\text{Y}, \text{Gd}, \text{Lu}, \text{Sc}$), $\text{YAlO}_3\text{-Ce}$, $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}\text{-Ce}$, $\text{La}_2\text{Be}_2\text{O}_5\text{-Ce}$), (2) фторидах щелочно-земельных металлов как чистых, так и легированных РЗ-ионами, CeF_3 , (3) некоторых радиационно-стойких ЩГК (NaI , NaI-Tl , CsI-Tl), (4) неупорядоченных системах, в частности, бериллиево-фосфатных стеклах, при возбуждении их импульсами синхротронного излучения (СИ) рентгеновского диапазона накопителя ВЭПП-3 ИЯФ СО РАН и импульсами ускорителей электронов типа РАДАН-220, ГИН-600. Параметры возбуждающих импульсов СИ: длительность $\tau=430$ пс, энергия фотонов 3-60 кэВ, частота следования 4 МГц, плотность СИ на образце до $8 \cdot 10^{16}$ фотонов/(с·см²), что на 4-6 порядков выше, чем плотность возбуждения при использовании рентгеновских трубок. Параметры электронных пучков: $\tau=2\text{-}5$ нс, $E_{\text{ср}}=200\text{-}250$ кэВ, плотность тока до $2 \cdot 10^3$ А/см². В обоих случаях варьировалась плотность возбуждения.

Для всех исследуемых материалов за исключением BeO при возбуждении СИ обнаружена значительная зависимость параметров релаксации ЭВ с ростом плотности возбуждения, проявляющаяся в укорочении кинетики затухания люминесценции (на 1-3 порядка), неоднородным уширении или коротковолновом смещении спектра люминесценции и значительном падении квантового выхода свечения. При возбуждении же одиночными импульсами электронов плотностная зависимость параметров релаксации ЭВ в исследованных материалах выражена существенно меньше.

Экспериментально установлена корреляция параметров излучательной релаксации ЭВ при возбуждении диэлектриков высокочастотными импульсами СИ и одиночными импульсами электронов различной плотности. Предложена модель, согласно которой наблюдаемые плотностные эффекты связываются с эффективной безызлучательной передачей энергии с верхних возбужденных состояний центров свечения центрам внешнего тушения.

Почтовый адрес: Пустоваров Владимир Алексеевич
620002, Екатеринбург, К-2, Мира, 19, УГТУ-УПИ, кафедра экспериментальной физики

Телефон: (3432) 448-711, факс: (3432) 743-834, E-mail: pva@kef.rcupi.e-burg.su

**ОРИЕНТАЦИЯ РЕЛАКСИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ВОЗБУЖДЕНИЙ
В АНИЗОТРОПНЫХ ШИРОКОЗОННЫХ КРИСТАЛЛАХ ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ
СИНХРОТРОННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ РЕНТГЕНОВСКОГО ДИАПАЗОНА**

В.Ю.Иванов¹⁾, В.А.Пустоваров¹⁾, Э.И.Зинин²⁾, С.А.Смирнов¹⁾

¹⁾ *Уральский государственный технический университет, Екатеринбург*

²⁾ *Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, Новосибирск*

Анизотропные широкозонные кристаллы (одно- или двухосные) обладают, как правило, низкой локальной симметрией кристаллической решетки, что приводит к дополнительному расщеплению (снятию вырождения) электронных уровней потолка валентной зоны, а также возможных электронных состояний центров окраски. Это предопределяет давнее стремление к исследованию электронной структуры этих объектов методами ориентационной спектроскопии, плодотворно развитыми для полупроводниковых и щелочно-галлоидных кристаллов. Основным препятствием на пути этого является практически полное отсутствие лабораторных источников поляризованного возбуждающего излучения в области энергий, соответствующих краю фундаментального поглощения широкозонных кристаллов (для оксидов это область $E > 5$ эВ). Уникальную возможность в этом плане предоставляют источники поляризованного синхротронного излучения (СИ) с широким спектром - электрон-позитронные накопители.

В настоящей работе с использованием СИ рентгеновского диапазона ($E = 3-60$ кэВ, поток $10^{15}-8 \cdot 10^{16}$ фотонов/(с·см²)) накопителя ВЭПП-3 (ИЯФ СО РАН, Новосибирск) впервые получены целенаправленное заселение определенных состояний центров люминесценции и оптически активных центров окраски в гексагональном кристалле ВеО ($E_g = 10.63$ эВ), а также проявления ориентационных эффектов в других низкосимметричных диэлектриках и полупроводниках (α -Al₂O₃, LiB₃O₅, ZnO).

В перечисленных кристаллах обнаружено отличие формы спектра, кинетики затухания люминесценции для различной ориентации оптической оси С кристалла относительно вектора Е возбуждающего поляризованного СИ. Эффект ориентации проявляется и в независимом эксперименте по прямому селективному заселению дырочных V_в-центров поляризованным СИ в кристаллах ВеО. Спектры ЭПР облученных СИ ориентированных кристаллов ВеО указывают на преимущественное селективное заселение одной из конфигураций V_в-центра, в то время как при облучении неполяризованным рентгеновским излучением обе конфигурации заселяются равновероятно.

Обсуждаются возможные механизмы наблюдаемого эффекта релаксации остовных электронных возбуждений с сохранением поляризации.

Почтовый адрес: Иванов Владимир Юрьевич
620002, Екатеринбург, К-2, Мира, 19, УГТУ-УПИ, кафедра экспериментальной физики

Телефон: (3432) 448-876, факс: (3432) 743-834, E-mail: iva@kef.rcup.i.e-burg.su

Устройство считывания информации с рентгеновских запоминающих экранов на основе люминофора с эффектом фотостимулированной люминесценции.

В.И.Кондратьев¹⁾, М.В.Кузин¹⁾

1) Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, Новосибирск

В настоящее время многие крупные физические центры для регистрации синхротронного излучения (СИ) используют запоминающие экраны на основе люминофора $BaFBr(Eu^{2+})$ с эффектом фотостимулированной люминесценции. Этот способ регистрации СИ отличает: высокие квантовая эффективность и пространственное разрешение, большой динамический диапазон (до 5 десятичных порядков) и большое поле регистрации.

Создан сканер для считывания информации, зарегистрированной такими экранами с полем сканирования 180×250 мм. с минимальным шагом сканирования 5 микрон по обеим координатам. Были использованы опытные образцы запоминающих экранов Новосибирского химфармзавода.

Источником стимулирующего излучения является He-Ne лазер с длиной волны 630 нм. Оптическая система сканера формирует на поверхности запоминающего экрана пятно диаметром не более 30 мкм. Управление сканером и сбор данных осуществляется с помощью IBM-PC через специализированные модули, размещенные в крейте КАМАК. В настоящее время сканер позволяет получать 10-15 отсчетов в секунду при длине слова данных 20 двоичных разрядов. Ведется работа по увеличению скорости сканирования на порядок с сохранением основных качественных характеристик регистрации.

Для проверки возможностей устройства были просканированы экраны, проэкспонированные через различные металлические сетки на станции СИ "ЛИТОГРАФИЯ" накопителя ВЭПП-3, а также в дифрактометре с камерой Дебая-Шерера.

Почтовый адрес: Кондратьев Владимир Иванович
630090, Новосибирск, пр.Лаврентьева, 11
Институт ядерной физики СО РАН

Телефон: 3832-359382
Факс: 3832-352163
E-mail: kondratyev@inp.nsk.su

КИНЕТИКА УФ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ КОРУНДА ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ СИНХРОТРОННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

А.И.Сюрдо¹⁾, В.С.Кортов¹⁾, В.А.Пустоваров¹⁾, Ф.Ф.Шарафутдинов¹⁾, Э.И.Зинин²⁾

¹⁾ Уральский государственный технический университет, Екатеринбург

²⁾ Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск

С привлечением методов люминесцентной спектроскопии с временным разрешением при возбуждении СИ рентгеновского диапазона при 70-300 К исследованы номинально чистые, аддитивно, субстрактивно окрашенные и облученные быстрыми электронами и нейтронами кристаллы корунда.

Для субстрактивно окрашенных образцов с концентрацией кислородных вакансий $C_F=10^{17}$ см⁻³ обнаружен при 80К сложный характер кинетики свечения в полосе 3.8 эВ (FWHM=0.36 эВ). Непосредственно после импульса возбуждения ($\tau_{и}=0.43$ нс) наблюдаются три стадии: быстрое затухание с постоянной $\tau_1 \approx 3$ нс, разгорание ($\tau_2 \approx 20$ нс) и затухание ($\tau_3 \approx 200$ нс). Существенно, что в кинетике свечения при 3.8 эВ (FWHM=0.26 эВ) аддитивно окрашенных образцов зарегистрирована только медленная компонента ($\tau > 1$ мкс). У аддитивно окрашенных и облученных электронами, а также у нейтронно-облученных кристаллов кривые затухания свечения при 3.8 эВ (FWHM=0.26 эВ) при 80К имеют только быструю компоненту (2.1 нс).

В заключении обсуждаются возможная природа наблюдаемых свечений и эффектов, а также механизмы релаксации энергии. На основании полученных данных предполагается, что в области 3.8 эВ излучают не менее 4 типов дефектов: автолокализованные экситоны, F^+ , Al^+ и неидентифицированные центры.

Почтовый адрес: Сюрдо Александр Иванович

620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19

Уральский государственный технический университет, ФТФ

Телефон: (3432) 448692

Факс: (3432) 743884

E-mail: krt@kvs.rcupi.e-burg.su

Совместный российско-японский проект по получению медленных позитронов.

S.Date,¹⁾ M.G.Fedurin,²⁾ M.Hara,¹⁾ H.Kamitsubo,¹⁾ A.V.Kiselev,²⁾ G.N.Kulipanov,²⁾
N.Kumagai,¹⁾ N.A.Mezentsev,²⁾ Y.Miyahara,¹⁾ T.Nakamura,¹⁾ V.E.Panchenko,²⁾
V.A.Shkaruba,²⁾ A.N.Skrinsky,²⁾ K.Soutome,¹⁾ M.Takao,¹⁾ H.Tanaka¹⁾.

1) *SPring-8, Kamigori, Hyogo, Japan.*

2) *ИЯФ им.Будкера, Новосибирск, Россия.*

Обсуждается проект получения медленных (низко-энергетичных) позитронов с помощью использования жесткого рентгеновского излучения из трехполюсного вигглера с магнитным полем 8-10 Тесла, установленного на электронном накопителе. При установке сильно-полевого сверхпроводящего вигглера (8-10 Тесла) на накопителе высокой энергии ($E > 6$ ГэВ) возможна генерация интенсивного синхротронного излучения ($\epsilon = 1-3$ МэВ) Высокоэнергетичные фотоны излучаемые в вигглере конвертируются в позитроны на мишени, которые затем замедляются и собираются в пучок. Для накопителя с энергией 8 ГэВ (SPring-8) и током пучка 100мА конечный выход позитронов оценивается как $10E+10 - 10E+12$ позитронов в секунду. Обсуждается возможность увеличения яркости позитронного пучка, а также влияние сверхпроводящего вигглера на пучок электронов накопителя.

Почтовый адрес: Федурин Михаил Геннадиевич, 630090, Новосибирск,
пр. Ак. Лаврентьева, 11, ИЯФ им. Будкера, СО РАН
Телефон: (3832) 35-99-76
Факс: (3832) 35-21-63
E-mail: fedurin@inp.nsk.su

Центр высоких технологий на базе источника синхротронного излучения "Зеленоград"

М.И.Ковальчук¹⁾, В.Н.Корчуганов²⁾, Г.Н.Кулипанов²⁾, С.Н.Мазуренко³⁾,
Ю.А.Осипьян⁴⁾, Н.С.Самсонов³⁾, А.Н.Скринский²⁾

¹⁾Институт кристаллографии РАН, Москва

²⁾Институт ядерной физики, СОРАН, Новосибирск

³⁾Государственный научно-исследовательский институт физических проблем им.
Ф.В.Лукина, Москва, Зеленоград

⁴⁾Институт физики твердого тела РАН, Черноголовка

В соответствии с международными прогнозами в XXI веке наибольшего успеха в развитии научно-технического прогресса достигнуто те государства, которые будут располагать технологиями "конструирования" на атомно-молекулярном уровне материалов, структур и приборов любого назначения. Решение этих задач требует разработки новых уникальных методов исследований и диагностики, новейших процессов высокой технологии, создание принципиально нового оборудования, в том числе на базе широкого использования синхротронного излучения. В Государственном НИИ физических проблем совместно с ведущими институтами Российской Академии наук создается первый в нашей стране специализированный исследовательско-технологический комплекс на базе источника синхротронного излучения (СИ) "Зеленоград" ($E=2\text{ГэВ}$, $I=300\text{мА}$). Основными задачами данного комплекса является использование большого технологического опыта, накопленного в электронной промышленности, в частности в микроэлектронике, для формирования микроструктур на основе различных материалов (полупроводники, диэлектрики, металлы, полимеры, керамика) с применением прецизионных формообразующих процессов осаждения, травления и модификации (плазмохимические, ионные, электронные методы, методы осаждения из газовой фазы и молекулярных пучков) в сочетании с теми дополнительными возможностями, которые дает применение СИ в исследованиях и технологиях, для разработки и создания процессов микро- и нанотехнологии, низкотемпературных радиационно-стимулированных процессов формирования структур и т.д. Результатом реализации данного проекта должно стать создание конструктивной элементно-технологической базы для изделий микро- и нанотехники, современных поколений датчиков и сенсоров различного назначения и др, необходимых для дальнейшего развития практически всех отраслей промышленности, медицины, экологии, биологии, фармакологии.

Почтовый адрес: Мазуренко Сергей Николаевич

103460, Москва, ГосНИИ физических проблем им. Ф.В.Лукина

Телефон: (095) 531-16-98, 531-13-06

Факс: (095) 531-46-56

E-mail: au135@elvis.msk.su

Дифракционный эксперимент с наносекундным временным разрешением. Проект для Accumulation Ring "Tristan" и тестирование прототипа на ВЭПП-3.

Б.П.Толочко¹⁾, А.Н.Алешаев²⁾, В.Н.Корчуганов²⁾, Г.Н.Кулипанов²⁾, Е.Б.Левичев²⁾,
Н.А.Мезенцев²⁾, С.И.Мишнев²⁾, В.Ф.Пиндюрин²⁾, М.В.Федотов²⁾, М.Ando³⁾

- 1) Институт химии твердого тела СО РАН, Новосибирск
- 2) Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, Новосибирск
- 3) National Laboratory for High Energy Physics, Tsukuba, Japan

Синхротронное излучение (СИ) характеризуется интенсивными потоками рентгеновских фотонов, что позволяет в настоящее время уменьшить экспозицию регистрации рентгенограмм до нескольких наносекунд. Однако для исследования быстропротекающих процессов одной рентгенограммы недостаточно - нужна серия рентгенограмм с разверткой по времени.

Использование однокоординатных детекторов позволяет регистрировать "рентгеновское кино" с микросекундным временным разрешением. Дальнейшее уменьшение времени регистрации в режиме "кино" крайне проблематично.

Нами предложена рентгено-оптическая схема, позволяющая проводить электронные сгустки через ондулятор по различным траекториям в моменты времени t_i , что приводит к смещению точки генерации СИ. Таким образом будет получен дискретно движущийся источник излучения, генерирующий СИ в моменты времени t_i .

Для каждой новой траектории электронов (и соответственно СИ) будет установлен однокоординатный детектор D_i , излучение на который будет попадать по приходу электронов на t_i траекторию. Таким образом, каждая новая рентгенограмма будет регистрироваться через несколько наносекунд с интервалом $t_{i-1}-t_i$.

Прототип схемы испытан на накопителе ВЭПП-3 БИЯФ СО РАН.

Почтовый адрес: Толочко Борис Петрович
630090, Новосибирск, пр.Лаврентьева, 11
Институт ядерной физики СО РАН
Телефон: 3832-359145
Факс: 3832-352163
E-mail: tolochko@inp.nsk.su

РАДИАЦИОННО- ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ПОЛИМЕРАХ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ПОЛУЧЕНИЕ РЕГУЛЯРНЫХ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН.

А.И. Виленский¹⁾ , В.А. Бровков²⁾ , В.Ф. Пиндюрин³⁾ , Б.В. Мchedlishvili,¹⁾

1) Институт кристаллографии РАН, Москва.

2) Институт полупроводников, Томск.

3) Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск.,

Исследованы радиационно-химические превращения в поликарбонате (ПК), полиэтилентерефталате (ПЭТФ), полиимиде (ПИ). Установлено, что в ПЭТФ с увеличением дозы синхротронного облучения (СИ) до 80 Дж/см² преобладают процессы сшивания макромолекул с образованием полифинильных систем. При дозах облучения 80-120 Дж/см² преобладают процессы деструкции, с образованием соединений содержащих карбоксильные группы. Кроме того, наблюдаются структурные изменения в полимере, связанные с переходом транс-конформаций в гош-форму. Для ПК наблюдается деструкция макромолекул полимера по карбонатному мостику, с образованием соединений содержащих карбонильные группы бензофенонного типа. В пленке ПИ, при тех же условиях облучения, заметных изменений не обнаружено.

На основе этих исследований разработаны физико-химические основы синтеза трековых мембран с регулярной системой пор. Схема получения этих мембран включает две основных стадии: облучение пленки ПЭТФ (толщиной 2,5-10 мкм) СИ (1,2 GeV) через предварительно подготовленную кремниевую пористую маску с золотым покрытием, травление облученной пленки раствором щелочи (6 моль/л, 70 °С) до образования сквозных пор. Размер пор и их распределение по поверхности полимерной мембраны соответствует размеру отверстий в пористой маске и составляет 0,3-0,6 мкм. Проведена электронная микроскопия и порометрия полученных образцов мембран. Показано, что эти мембраны от традиционных отличаются регулярным расположением пор, отсутствием их перекрытий и очень малым (до 4%) отклонением размеров пор от средней величины. Именно этим объясняется обнаруженное свойство регулярных трековых мембран задерживать модельные бактерии *Pseudomonas dimiuta*, что делает пригодным этот вид мембран для стерилизующей фильтрации в медицине и биотехнологии.

Почтовый адрес : профессор Мchedlishvili Борис Викторович
117333, Москва, Ленинский просп. ,59
Институт кристаллографии РАН

Телефон : (095) 135 02 01
Факс: (095) 135 7349
E-mail: track@imb.imb.ac.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛУБОКОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ЛИТОГРАФИИ ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ
РЕНТГЕНОЛЮМИНОФОРНЫХ ЭКРАНОВ

В.И. Кондратьев*, М.В. Кузин*, Г.Н. Кулипанов*, В.В.Лях*, Н.А.Мезенцев*,
Л.А.Мезенцева*, С.И.Мишнев*, В.П.Назьмов, В.Ф.Пиндюрин*,
Ю.Т.Павлюхин**, А.А.Сидельников**, Б.П.Толочко**

**Институт ядерной физики им.Г.И.Будкера СО РАН, 630090 Новосибирск*

***Институт химии твердого тела и минерального сырья СО РАН, 630128
Новосибирск*

Представлены предварительные результаты по изготовлению и проверке прототипов микроструктурированных рентгенолюминофорных экранов и пространственно-угловых фильтров. В качестве основы для люминофорных экранов использовались пластины ПММА, а для оптических фильтров - лавсановая пленка. Регулярные массивы квадратных колодцев на поверхности пластин ПММА и сквозных квадратных отверстий в лавсановых пленках создавались с помощью глубокой рентгеновской литографии на СИ из накопителя ВЭПП-3. Изготовленные образцы экранов имели колодцы размером 25x25 мкм с толщиной стенок 5 мкм, которые покрывали поверхность экранов с периодом 30 мкм. Глубина колодцев для разных образцов составляла от 60 до 120 мкм. Такая же пространственная структура использовалась для оптических фильтров, а толщина фильтров составляла 25 и 50 мкм. Стенки колодцев экранов и отверстий фильтров покрывались медью для светоизоляции отдельных ячеек.

Колодцы образцов экранов заполнялись как обычными рентгеновскими люминофорами, так и запоминающими люминофорами типа Image Plate.

Фамилия Имя Отчество: Пиндюрин Валерий Федорович
Почтовый адрес: пр.Лаврентьева 11, 630090 Новосибирск,
Институт ядерной физики СО РАН
Факс: (3832) 352163
Телефон: (3832) 359976
E-mail: pindyurin@inp.nsk.su

МОДЕРНИЗАЦИЯ LIGA-СТАНЦИИ НА НАКОПИТЕЛЕ ВЭПП-3

А.Н.Генцелов, В.Н.Корчуганов, Г.Н.Кулипанов, Л.А.Мироненко, С.И.Мишнев,
В.Ф.Пиндюрин, В.А.Ушаков, А.В.Филипченко, Л.М.Щеголев, Г.И.Эрг

Институт ядерной физики им.Г.И.Будкера СО РАН, 630090 Новосибирск

Для расширения возможностей по рентгенолитографии, для исключения специальных режимов работы накопителя и, соответственно, увеличения доступного времени работы с пучком СИ, на накопителе ВЭПП-3 начата реализация проекта новой LIGA-станции. Для этой цели в прямолинейный промежуток ВЭПП-3 установлена и запущена 11-и полюсная змейка с максимальным полем 1.0 Т. На расстоянии 20 м от точки излучения (место расположения станции) змейка обеспечивает пучок СИ с размером 72x20 кв.мм с однородностью не хуже 5 %. Возможность управления магнитным полем в змейке без влияния на остальных пользователей накопителя позволяет независимо формировать на станции требуемый спектральный интервал в диапазоне от 1 до 10 \AA при рабочей энергии накопителя от 1.2 до 2 ГэВ. В зависимости от требуемого режима экспонирования змейка обеспечивает выигрыш в интенсивности излучения от 2 до 10 раз по сравнению с имеющимися станциями рентгенолитографии и LIGA, что существенно при формировании микроструктур на основе лавсана и других полимерных материалов. Конструктивно станция состоит из двух последовательных установок: для экспонирования в вакууме или в гелии при низком давлении в диапазоне длин волн 4-10 \AA , и для экспонирования в нормальной атмосфере в диапазоне 1-4 \AA .

В докладе описывается конструкция станции и канала вывода СИ, приводятся характеристики пучка излучения на станции для ряда типичных режимов экспонирования, указывается текущее состояние дел по станции.

Генцелов А.Н.
Институт ядерной физики СО РАН
630090 Новосибирск, пр. Лаврентьева 11
факс 3832-352163
телефон 3832-359976
E-mail pindyurin@inp.nsk.su

АТТЕСТАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЗРАЧНОСТИ РЕГУЛЯРНЫХ МИКРОПОРИСТЫХ МЕМБРАН, ПОЛУЧАЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКОЙ РЕНТГЕНОЛИТОГРАФИИ

Б.Г.Гольденберг, Г.Н.Кулипанов, В.П.Назьмов, В.Ф.Пиндюрин

Институт ядерной физики им.Г.И.Будкера СО РАН, 630090 Новосибирск

В последние годы метод глубокой рентгеновской литографии на синхротронном излучении с успехом использован для изготовления регулярных микропористых мембран на основе полимерных пленок толщиной 3-10 мкм [1]. Изготавливаемые в настоящее время мембраны имеют сквозные отверстия диаметром 0.3-0.5 мкм, расположенные в узлах квадратной сетки с шагом 1 мкм. Отработка технологии изготовления таких мембран и аттестация получаемых мембран требует соответствующих методов оперативного измерения их геометрической прозрачности.

Некоторые методы и результаты исследования мембран с помощью сканирующего электронного микроскопа и измерением газодинамической проводимости мембран при низком давлении уже представлялись ранее [1]. В настоящей работе приводятся результаты измерений прозрачности регулярных мембран двумя другими независимыми методами: измерением газодинамической проводимости при атмосферном давлении и измерением электрического сопротивления электролита в порах мембраны. Результаты, полученные рассматриваемыми методами, сравниваются между собой, также как и с результатами, полученными методом измерения газодинамической проводимости мембран при низком давлении. Обсуждаются преимущества и недостатки этих методов для аттестации геометрической прозрачности регулярных мембран.

[1] G.N.Kulipanov et al. Nucl.Instr. and Meth. A359(1995)404.

Гольденберг Б.Г.
Институт ядерной физики СО РАН
630090 Новосибирск, пр. Лаврентьева 11
факс 3832-352163
телефон 3832-359976
E-mail pindyurin@inp.nsk.su

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕНТГЕНОВСКОЙ ЛИТОГРАФИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДИФРАКЦИОННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ С ГЛУБОКИМ ФАЗОВЫМ ПРОФИЛЕМ

В.П.Коронкевич*, Г.Н.Кулипанов**, О.А.Макаров**, Л.А.Мезенцева**,

В.П.Назьмов**, В.Ф.Пиндюрин**, А.Г.Полещук*, В.В.Черкашин*, Е.Г.Чурин*

**Институт автоматики и электрометрии СО РАН, 630090 Новосибирск*

***Институт ядерной физики им.Г.И.Будкера СО РАН, 630090 Новосибирск*

Использование рентгеновской литографии на синхротронном излучении позволяет создавать дифракционные элементы с глубиной профиля в 10-100 длин волн видимого света как на плоских поверхностях (полностью дифракционные элементы), так и на поверхностях с кривизной (комбинированные рефракционно-дифракционные оптические элементы). Комбинирование же рентгеновской литографии с техникой растривания шаблонов предоставляет возможность изготовления оптических элементов с глубоким и непрерывно изменяющимся профилем для получения высоких оптических параметров элементов.

В настоящей работе рассматриваются принципы и способы создания дифракционных оптических элементов с глубоким профилем с использованием рентгеновской литографии на СИ. Представлены первые результаты по изготовлению и исследованию прототипов многофокусного искусственного хрусталика глаза, оптических решеток и полностью дифракционных плоских апохроматических линз для видимого света с глубиной профиля до 10 мкм. Обсуждаются возможности дальнейшего развития метода и оценивается выбор наиболее перспективных оптических элементов для их возможной реализации.

В.П.Коронкевич
Институт автоматики и электрометрии СО РАН
630090 Новосибирск
факс 3832-352163
телефон 3832-359976
E-mail pindyurin@inp.nsk.su

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОПОРИСТЫХ СТРУКТУР В ЛАВСАНОВЫХ ПЛЕНКАХ ТОЛЩИНОЙ 3÷100 МКМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В.П.Назьмов, Л.А.Мезенцева, Е.Н.Яковлева, А.И.Анчаров, В.Ф.Пиндюрин,
Г.И.Кулипанов

Институт Ядерной Физики им. Г.И.Будкера, 630090, Новосибирск

Радиационная модификация полимерных пленок по определенному пространственному закону позволяет получать в них заданные объемные структуры после специальной обработки пленки. С помощью облучения лавсановых пленок толщиной от 3 до 100 мкм синхротронным излучением (СИ) и их последующего травления в растворе щелочи получены регулярные трехмерные структуры. Благодаря высокой коллимированности СИ аспектное отношение полученных структур составляет 20 единиц. Пленки толщиной 3÷25 мкм облучали СИ с длиной волны 5-10Å, а толщиной 50, 100 мкм - излучением с длиной волны 1÷2 Å. Сравниваются зависимости скорости травления от дозы поглощенного излучения для двух диапазонов длин волн. Приведены результаты исследования модифицированных пленок методом аномального рассеяния рентгеновского излучения. Обсуждается применение полученных структур.

- 1) Назьмов Владимир Петрович
- 2) Институт Ядерной Физики им. Г.И.Будкера,
630090, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 11.
- 3) Факс: (3832)-35-21-63
- 4) Телефон: (3832)-35-93-47
- 5) E-mail: nazmov@inp.nsk.su

ТЕМПЕРАТУРА ПОВЕРХНОСТИ ТОЛСТОГО СЛОЯ ПММА В ПРОЦЕССЕ ЭКСПОНИРОВАНИЯ СИНХРОТРОННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

В.П.Назьмов*, Е.Ф.Резникова**

**Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, 630090 Новосибирск*

***Институт неорганической химии СО РАН, 630090 Новосибирск*

Слои ПММА толщиной порядка сотен и тысяч микрон используются для LIGA-технологии. Вследствие низкой теплопроводности такого слоя, высокие температуры, возникающие на его поверхности под действием излучения в процессе экспонирования, могут привести к искажению топологии. В зависимости от режима экспонирования наблюдается приповерхностное плавление или кипение либо ПММА, либо твердых (жидких) продуктов фотолиза. Для измерения температуры, индуцируемой синхротронным излучением в слое ПММА, методом терморезистивного эффекта на поверхности и в объеме толстого слоя ПММА была сформирована в виде змейки тонкая пленка металла, слабо поглощающего в рентгеновском диапазоне длин волн. Измерено сопротивление этой пленки для различных режимов облучения. Результаты теплофизического анализа нагревания поверхности ПММА синхротронным излучением находятся в приемлемом соответствии с терморезистивными измерениями.

Назьмов Владимир Петрович

Институт Ядерной Физики им. Г.И.Будкера,
630090, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 11.

Факс: (3832)-35-21-63

Телефон: (3832)-35-93-47

E-mail: nazmov@inp.nsk.su

ФОТОТРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО СТЕКЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

С.И.Мишнев, В.П.Назьмов

Институт ядерной физики им.Г.И.Будкера СО РАН, 630090 Новосибирск

Обычно для LIGA-технологии формируют из специальных полимерных смол рентгенорезистивные маски толщиной в сотни и тысячи микрометров. Другим путем создания маски может быть использование листового органического стекла с доводкой его толщины. Для исследования взаимодействия синхротронного излучения рентгеновского диапазона со стандартным листовым органическим стеклом вышеуказанной толщины проведено изучение его сухого травления под действием СИ при различных условиях. Получены зависимости глубины травления оргстекла от поглощенной дозы излучения, мощности СИ, скорости движения луча СИ по поверхности оргстекла, толщины образцов, окружающей атмосферы. Исследования проведены в двух диапазонах длин волн $5-10 \text{ \AA}$ и $1-2 \text{ \AA}$ на станциях рентгенолитографии и LIGA на накопителе ВЭПП-3. Метод позволяет оценить скорость диффузии продуктов разложения полимера и глубину, с которой они еще достигают поверхности и, таким образом, выбрать оптимальный режим облучения. Приведены примеры полученных структур, обсуждаются области их применения.

Назьмов Владимир Петрович

Институт Ядерной Физики им. Г.И.Будкера,
630090, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 11.

Факс: (3832)-35-21-63

Телефон: (3832)-35-93-47

E-mail: nazmov@inp.nsk.su