

**Boreskov Institute of Catalysis SB RAS** 

**Budker Institute of Nuclear Physics** 

## Current status of EXAFS station of SSTRC. Application of XAFS spectroscopy for the study of promising functional nanomaterials.

Siberian Synchrotron and Terahertz Radiation Centre

## XAFS spectroscopy - (EXAFS и XANES)



## **EXAFS station of SSTRC**





Detectors: "Scionix" and "Canberra"

**Used modes: - transition and fluorescent yield** 

Accuracy of determination:

Interatomic distances (R) ~1% Coordinaton nambers (N) ~ 5-10% D-W factors ~ 20-40%



#### **Used XAFS energy region**





**Old range: K-edges** 

Old range: L-edges

New range: K-edges

## Study of thin gold films prepared by CVD method Used precursors:(1) (CH3)2Au(OAc), (2)(CH3)2Au(dtc), (3)(CH3)2Au(piv)

Support – Si plane with orientation (100)





#### **XAFS study of catalytic membranes**

#### XAFS ANALYSIS OF THE LOCAL STRUCTURE

**OF CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> MIXED OXIDES** 



Fig. 4. Model illustration of the cation-cation network for the  $CeO_2$ - $ZrO_2$  samples with the same chemical composition (Ce/Zr = 1). CZ55-1 consists of pure  $CeO_2$  and  $ZrO_2$ . Ce rich domain and Zr rich one in CZ55-2 still remain.  $Ce_{0.5}Zr_{0.5}O_2$  solid solution in CZ55-3 forms homogeneously at the atomic level.

## Main applications of catalytic systems (based on precious and transition metals)



#### Au-Ni Catalytic nanosystem:







Ni<sup>+2</sup> O

Au<sup>0</sup>



## **TEM DATA and proposed Model**

Au<sup>0</sup>

MIC C) PAR

 $AI_2O_3$ 





#### Au-Pd/Al2O3 System

OH





Particle size ~ 2.8-2.9 нм.



сцсти

## Au-Pd Catalytic nanosystem:





#### Accumulation MnO\*(H2O)<sub>x</sub> compound by gliom tumor







**Boreskov Institute of Catalysis SB RAS** 

**Budker Institute of Nuclear Physics** 

# Thank you for your attention

Siberian Synchrotron and Terahertz Radiation Centre

Огромная значимость исследований для
катализа, материаловедения, физики
твердого тела, неорганической химии, наук
о земле и тд.

- Разнообразные композиционные материалы
- (нано-структурированные покрытия и тонкие пленки).
- Материалы с оптическими функциями
- (полупроводниковые композиты)
- Материалы с химическими функциями
- (катализаторы, мембраны, сенсоры)
- Материалы с биологическими функциями
- (лекарства, импланты, соединения-зонды)

#### Исследование катализаторов дебензилирования диметилбензиламина

Pd-Pd

Pd-K

Pd-foil

6%Pd/C

10.0

20%Pd B/C

Показано, что наибольшую активность проявляет катализатор, полученный с использованием борогидрида натрия в качестве восстановителя. Катализатор содержит равномерно распределённые частицы палладия, локализованные в поверхностных слоях металлического палладия. носителя.



#### Исследование полупроводниковых наноструктур GaAs локализованных в упорядоченных калиброванных каналах пористых матриц Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Перспективные направления применения полупроводниковых нанокомпозитов

- \* Компьютеры нового поколения на оптической элементной базе
- \* Дисплеи со сверхвысоким разрешением и малым временем отклика
- \* Создание экономичных светоизлучающих устройств с высокой яркостью
- \* Создание высокоэффективных солнечных элементов

\*Образцы: - нанокомпозиты GaAs-Al2();, полученные методом термического испарения вещества в сверхвысоком вакууме при варьировании условий и температур синтеза, размера калиброванных пор матрицы оксида алюминия (30-160нм). \*\* Методы: EXAFS, рентгеновская дифракция (СИ), СЭМ, РФЭС.



Матрица Al2O3

тигель с GaAs

Порошок GaAs подается в испаритель косвенного нагрева – происходит испарение, материал летит в виде отдельных атомов к матрице и конденсируется в порах оксида аллюминия (<u>30-160 нм</u>).





СЭМ изображения наноструктур, полученных в порах анодированного алюминия после удаления матрицы (d пор = 120 нм).

R. Å







Полученная новая информация о локальной и кристалической структурах, особенностях строения и состояния наноструктур позволит оптимизировать методику формирования нанокомпозитных структур на основе – GaAs-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, с заданными структурно-функциональными свойствами для перспективных полупроводниковых устройств.

#### **EXAFS-спектроскопия**

2

Ga-K Sample - 1 Sample - 2 Sample - 3

10

8

#### Исследование CVD пленок на основе соединений Hf и AI (для создания материалов с высоким значением диэлектрической проницаемости («*high-k*»-диэлектрики).

Пленки оксидов металлов получали CVD методом (химическое осаждение из газовой фазы) из летучих комплексных соединений 2,2,6,6-тетраметил-3,5-гептандионата гафния Hf(thd)4, циклопентадиенил гафния-бисдиэтиламида (C5H5)2Hf(N(C2H5)2)2 и трис-ацетилацетоната алюминия (III) (AI(acac)3. алюминия (III) (AI(acac)3. Осаждение пленок выполнялось по методике непрерывного CVD с термической активацией термораспада исходных соединений. Пленки осаждались на кремниевые подложки КЭФ-7.5 ориентации (100).



2,3,4 – пленок (HfO2)х(Al2O3)1-х с 4 ат. %, 10ат.% и 30 ат. % Al соответственно. Рис. Дифрактограммы: 1 – реперной моноклинной структуры HfO2 (база данных PDF, 34-104) и 2,3 пленок полученных из Hf(dpm)4 при 600°С и из (C5H5)2Hf(N(C2H5)2)2 при 350°С соответственно.



Изучено распределения катионов в структуре тонких пленок бинарных оксидов на основе оксида Hf. Установлено, что методом **CVD** из бета-дикетонатных комплексов Hf и Al получаются нанокристаллические или аморфные пленки твердых растворов, а не механические смеси их оксидов. Выполнен анализ данных и установлены структурные параметры и состав для пленок HfO2 и бинарных оксидов на их основе, формирующихся при их легировании алюминием. Рассмотрены возможные варианты структурных моделей.