Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

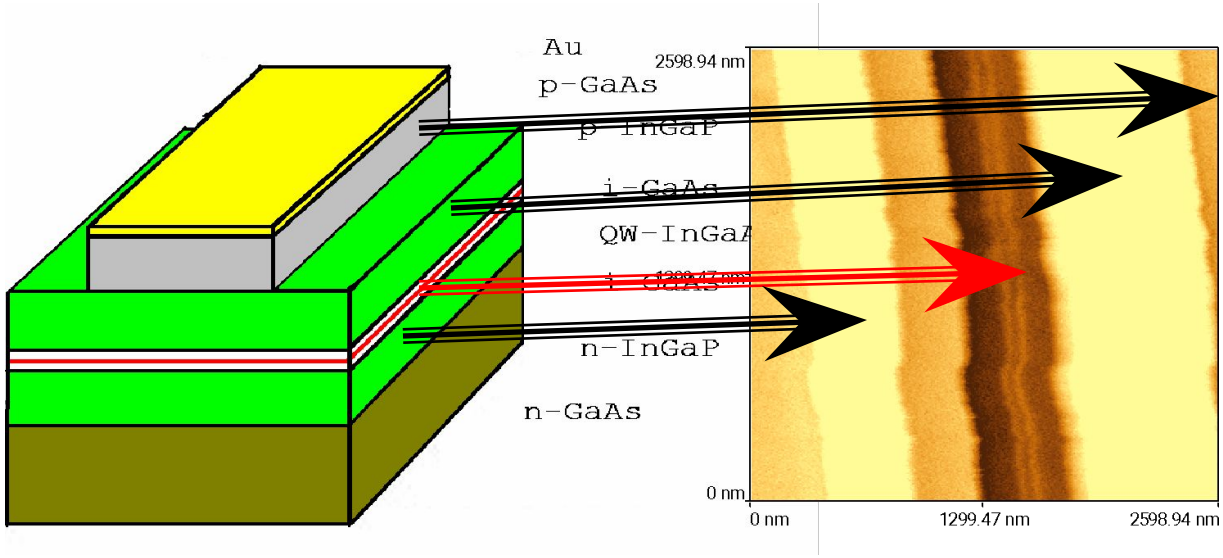
Научно-исследовательский физико-технический институт ННГУ

Физический факультет ННГУ

Разработка и производство полупроводниковых фотодиодов и лазеров

Структуры с квантовыми ямами InGaAs/GaAs/InGaP и лазерные диоды

Руководитель проекта: ***к.ф.-м.н. Б.Н. Звонков***



Основные результаты:

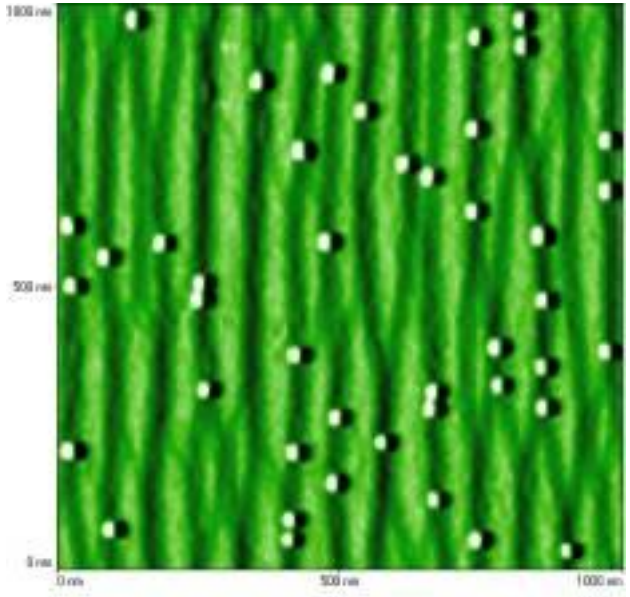
- Полупроводниковый лазер на длине волны 0,96 - 0,98 мкм, излучающий через подложку
- Полупроводниковые лазеры с широкими туннельно связанными волноводами
- Двухполосные лазеры на квантовых ямах InGaAs/GaAs/InGaP

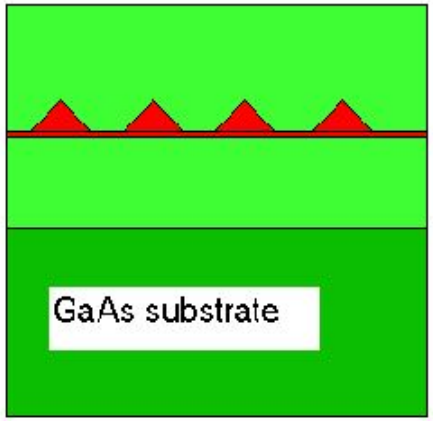
Параметры п/п лазеров

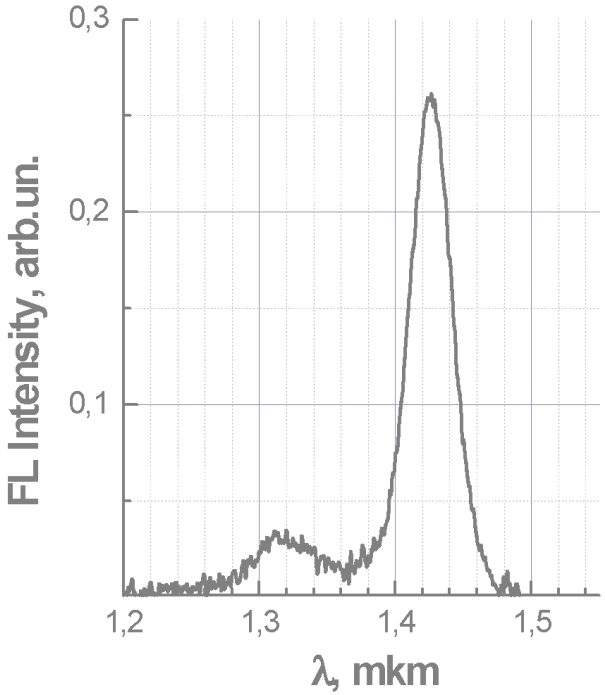
Режимы	**Многомодовый, непрерывный**
Максим. выходная мощность	**2 Вт**
Пороговый ток	**0,6 А**
Апертура излучения	**100×1 мкм**
Расхождение	**10°x50^{O}**
Длина волны	**940÷1000 нм**
Ширина спектра	**2÷4 нм**

Разработка и производство полупроводниковых фотодиодов и лазеров

Лазерные диоды на квантовых точках InAs/GaAs



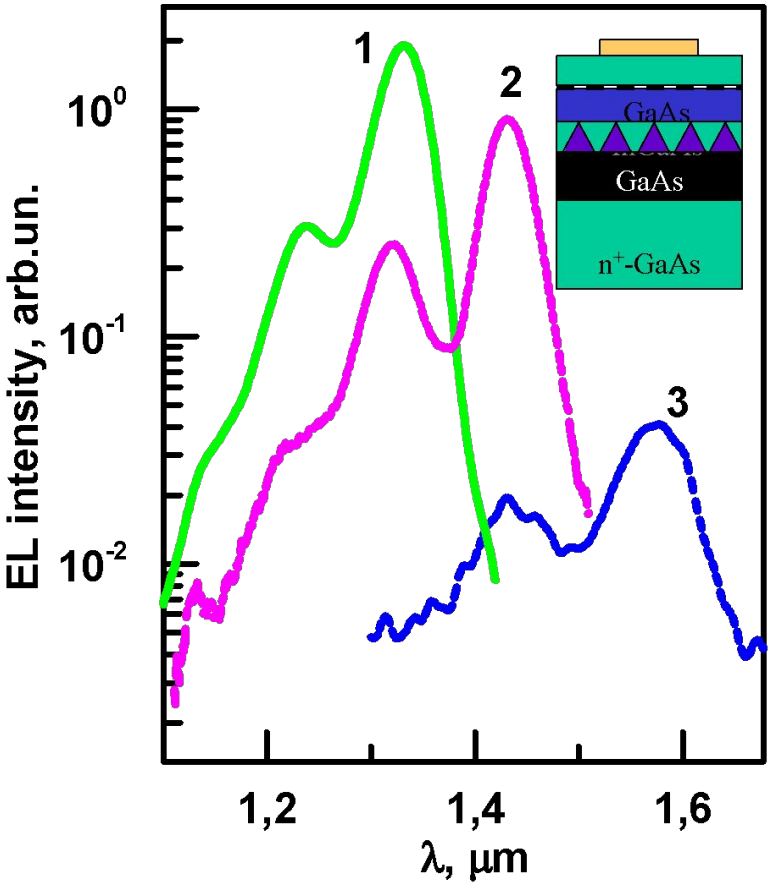




Лазерные диоды, излучающие в диапазоне 1,3-1,55 мкм

Разработка и производство полупроводниковых фотодиодов и лазеров

Фото - диоды, сформированные на квантово-размерной гетероструктуре GaAs/InGaAs/InAs-QD/GaAs

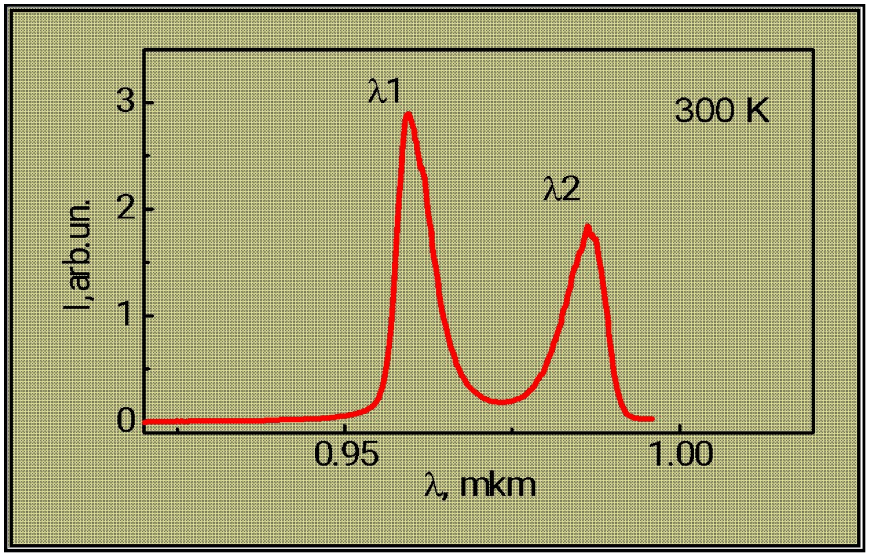


Основные результаты: фото-диоды на диоде Шоттки, сформированном на квантово-размерной гетероструктуре GaAs/InGaAs/InAs-QD/GaAs, работающие при комнатной температуре; длина волны излучения может перестраиваться в некоторых пределах путем изменения толщины и состава покровного слоя GaAs/InGaAs

Спектры ЭЛ (300 К) диодов на различных гетероструктурах с квантовыми точками: 1 – со слоем изолированных квантовых точек; 2, 3 – с квантовыми точками, покрытыми покровным слоем InGaAs КЯ. Толщины слоя GaAs : 1, 2 - 30 нм; 3 - 10 нм.

Разработка и производство полупроводниковых фотодиодов и лазеров

Двухчастотный лазер на основе гетероструктур InGaP/GaAs/InGaAs с квантовыми ямами



Спектр двух полос генерации лазера

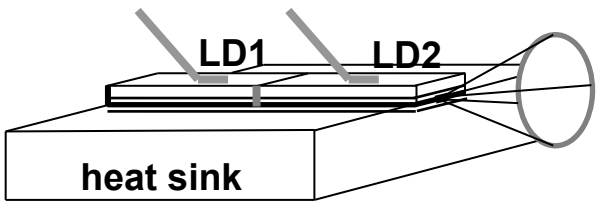
Достоинство: возможность генерации разностной частоты лазера, соответствующей дальней ИК области длин волн (30-80 мкм)

Публикации:
Труды конференции «Нанофотоника». 2003. Т.2. С.315-317.

Разработка и производство полупроводниковых фотодиодов и лазеров

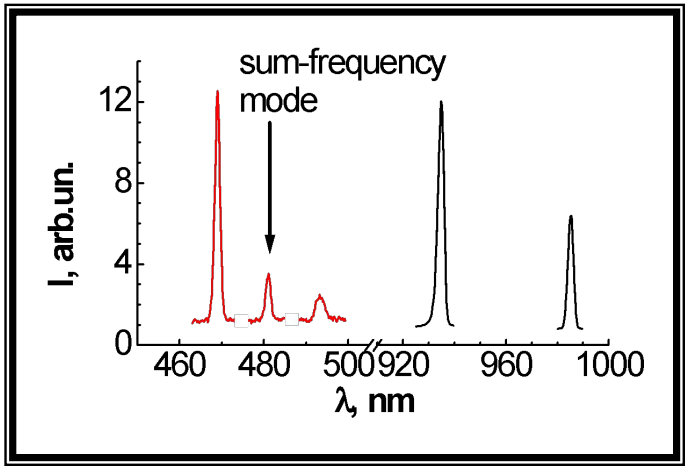
Оптическое перемешивание в структуре лазерных диодов GaAs/InGaAs/InGaP: новая схема для генерации суммарных и разностных частот

Основные результаты: впервые продемонстрирована возможность непрерывной генерации суммарных и разностных частот в структуре состыкованных лазерных диодов GaAs/InGaAs/InGaP



Схематическое изображение

Пример спектра эмиссии на двух длинах волн, а также нелинейные сигналы на суммарных и разностных частотах при комнатной температуре



Сотрудничество:

- **Институт физики микроструктур РАН, Н.Новгород**
- **Институт прикладной физики РАН, Н.Новгород**
- **Physics Department and Institute for Quantum Studies, Texas A&M University, USA (grant CRDF)**

Разработка и производство полупроводниковых фотодиодов и лазеров

Основные применения лазерных диодов

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

- Оптические системы связи
- Накачка твёрдотельных лазеров
- Лазерная локация
- Экологический мониторинг
- Медицина
- Охранная сигнализация
- Защита и идентификация продукции и изделий

Разработка и производство полупроводниковых фотодиодов и лазеров

Применение в качестве защиты

- **Защита и идентификация изделий предприятий, терпящих убытки за счет реализации на рынке аналогичной контрафактной продукции;**
- **Защита и идентификация материальных ценностей, находящихся в государственной и частной собственности;**
- **Защита документов и ценных бумаг от подделки;**
- **Защита произведений искусства;**

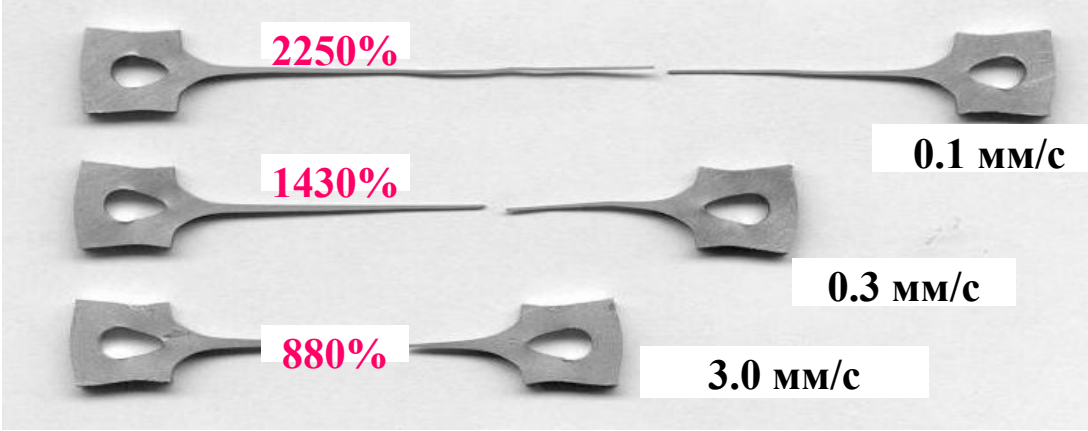
Разработка и создание нано- и микрокристаллических металлов и сплавов с улучшенными пластическими и прочностными свойствами

Высокоскоростная сверхпластичность объемных нанокристаллических алюминиевых сплавов

Руководитель проекта: профессор д.ф.-м.н. Чувильдеев В.Н.

Основные результаты: получены рекордные характеристики высокоскоростной сверхпластичности: удлинение до разрушения составляет 880% при скорости деформации 1 c^{-1} (100 % в секунду) для нанокристаллического алюминиевого сплава Al-4.5%Mg-0.22%Sc-0.15%Zr.

Работы выполнены при поддержке Международного научно- технического центра – проект #1413 “Aluminum Composite Alloys with High-Strain-Rate Superplasticity Effect” в сотрудничестве с Ливерморской национальной лабораторией (США)



Образцы после высокоскоростной сверхпластической деформации при T=450 ^{0}C

Разработка и создание нано- и микрокристаллических металлов и сплавов с улучшенными пластическими и прочностными свойствами

Сверхпластичность нанокристаллических магниевых сплавов

Основные результаты:

1. **Разработаны и получены новые сверхпластичные нанокристаллические магниевые сплавы по технологии равноканального углового прессования.**
2. **Получены рекордные сверхпластические характеристики при низких температурах: удлинение до разрушения составляет 810 % and 570 % при температурах 250-300 °C в нанокристаллических магниевых сплавах MA14 и AZ91, соответственно.**

- Chuvil'deev V.N., Nieh T.G., Gryaznov M.Yu., Sysoev A.N., Kopylov V.I. Low-temperature superplasticity and internal friction in microcrystalline magnesium alloys processed by ECAP. Scripta Materialia, 2004, vol.50, No.6, pp.861-865.
- Chuvil'deev V.N., Nieh T.G., Gryaznov M.Yu., Sysoev A.N., Kopylov V.I. Superplasticity and internal friction in microcrystalline AZ91 and ZK60 magnesium alloys processed by equal-channel angular pressing. Journal of Alloys and Compounds, 2004, Vol. 378, №1-2, pp 253-257.

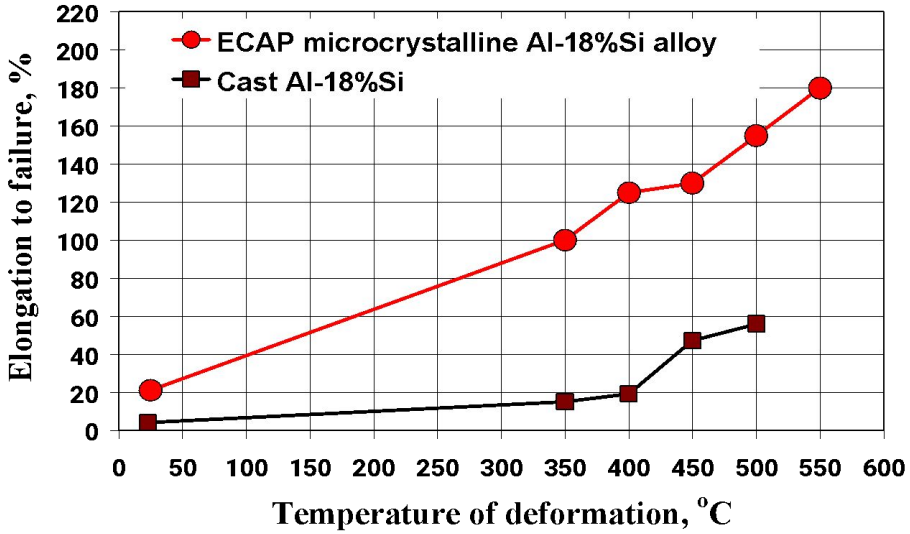
Изделие из нанокристаллического магниевого сплава MA14.
Скорость штамповки - 1 мм/с, температура штамповки - 240 °C

Разработка и создание нано- и микрокристаллических металлов и сплавов с улучшенными пластическими и прочностными свойствами

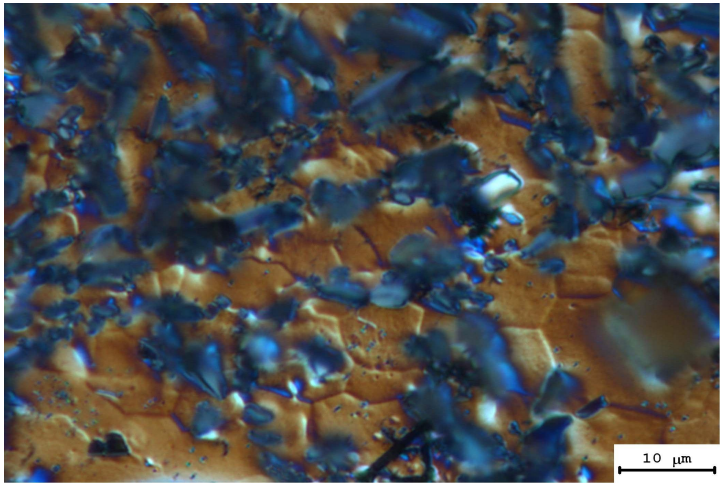
Нанокристаллические поршневые силумины

Основные результаты:

1. Разработаны и получены новые сверхпластичные нанокристаллические силумины по технологии равноканального углового прессования.
2. Получены рекордные характеристики пластичности (без потери прочности) для нанокристаллического сплава Al–18%Si: удлинение до разрушения составляет порядка 200%, что в 4 раза выше, чем пластичность аналогичного литого сплава.



Пластические характеристики литого и нанокристаллического сплава Al–18%Si



Ультрамелкозеренная структура нанокристаллического сплава Al–18%Si

Разработка и создание нано- и микрокристаллических металлов и сплавов с улучшенными пластическими и прочностными свойствами

Применение

МАТЕРИАЛЫ	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЗАКАЗЧИКИ
Высокопрочные магниевые сплавы с эффектом сверхпластичности	Детали кузова автомобиля Элементы двигателя Корпуса электронных приборов: корпуса ноутбуков, сотовых телефонов и пр.	Предприятия авиакосмического комплекса Предприятия автомобильной промышленности Предприятия электронной промышленности
Высокопрочные алюминиевые сплавы с эффектом высокоскоростной сверхпластичности	Элементы фюзеляжа, обтекатели Элементы корпуса и переборки	Предприятия авиакосмического комплекса Судостроительные предприятия
Высокопрочные титановые сплавы	Крепеж	Предприятия авиакосмического комплекса
Поршневые сплавы с уникальными механическими свойствами	Высокопрочные и высокоресурсные поршни двигателей внутреннего сгорания	Предприятия автомобильной промышленности Моторостроительные предприятия