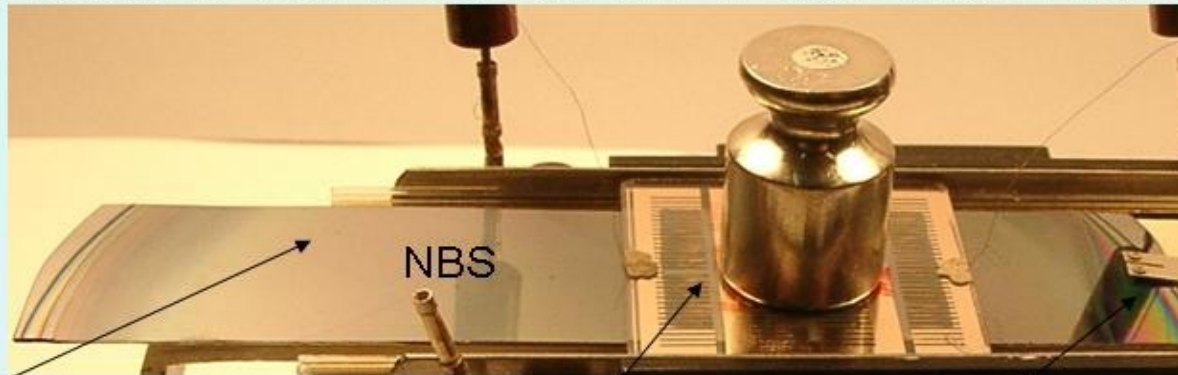


Линейный, шаговый, реверсивный, быстродействующий, электростатический микродвигатель на основе структуры Si – кристаллический ITO – NBS – нанозазор – подвижный электрод (на слайдере)



Кремниевая подложка

слайдер

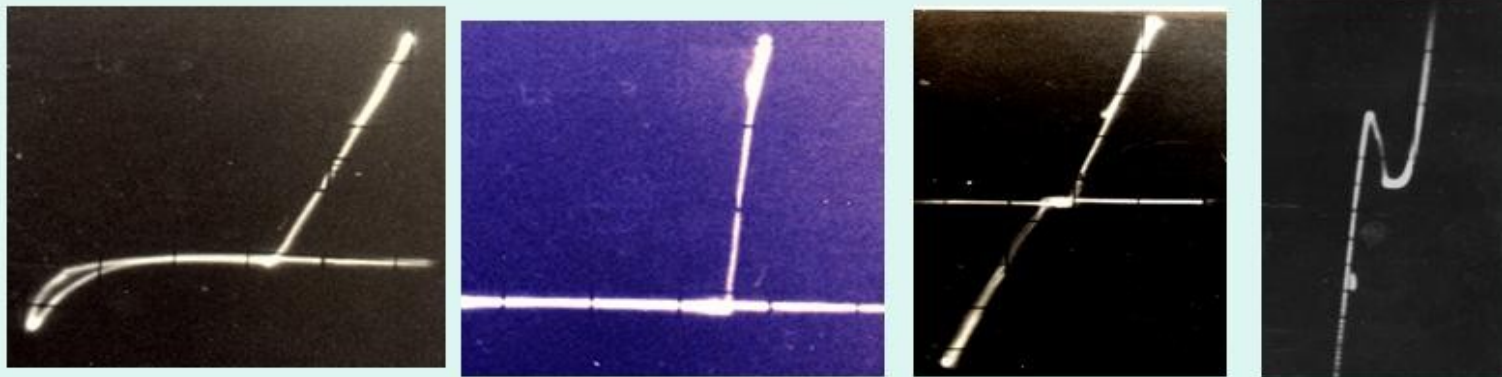
ITO

В последние годы основное внимание лаборатории сосредоточено на создании микроэлектромеханических устройств, MEMS. Это направление является в настоящее время наиболее интенсивно развивающимся разделом микроэлектроники. В рамках этой тематики разработан новый класс высокоэнергоемких емкостных преобразователей энергии основанный на осуществлении электромеханического преобразования энергии в нанометровый зазорах. Для передачи действия больших механических сил, развиваемых силами электростатики в нанометровых зазорах во внешнюю среду, в 3D измерение, на значительные расстояния, разработана трехмерная конструкция подвижного электрода. Плотность энергии электрического поля в разрабатываемых MEMS - преобразователях энергии достигает значений $10^7 - 10^8$ Дж/м³, что на 2 – 3 порядка превышает плотность энергии в рабочих зазорах известных MEMS - актюаторов. В соответствии с высокой плотностью энергии в указанных преобразователях энергии развиваются, за микросекундные времена, силы тяги до $10^5 - 10^6$ Н/м² и более. Область применения указанных преобразователей энергии в микроэлектронике достаточно широка, в том числе при построении следующих устройств: гироскопов, микрооптоэлектромеханических устройств, устройств адаптивной оптики, микропомп, быстродействующих микроклапанов, низкоэнергоемких дисплеев, микро и нанопозиционеров, микроботов и микроманипуляторов, переключателей световодных линий, ВЧ – коммутаторов, ВЧ - фильтров и т.д.

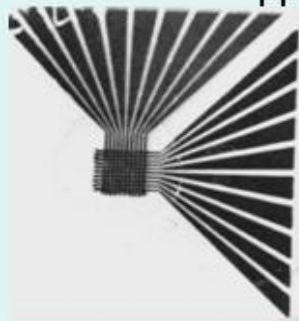
На рисунке представлен один из образцов микродвигателей, создаваемых по технологии микроэлектроники. Зазор между слайдером и кремниевой подложкой 10 – 200 мкм, максимальный перемещаемый груз до 100 грамм, тактовые частоты до 20 кГц, длительность импульсов напряжения 10 - 400 мкс, величина шага 0.01 - 10 мкм, в зависимости от $V = 20 - 50$ В.

Ранние работы сотрудников лаборатории
Первые в СССР тонкопленочные активные элементы, 1963-1964 гг.

- Туннельные диоды и диоды с S – образной ВАХ, на основе структур:
 - $Ti - TiO_2 - TiO_x - Ag$.



- Толщина пленок 200 -2000 Å, рабочее напряжение 0,5 – 2 В, величина токов до 5 мА, метод получения беспористых диэлектрических пленок – анодное окисление



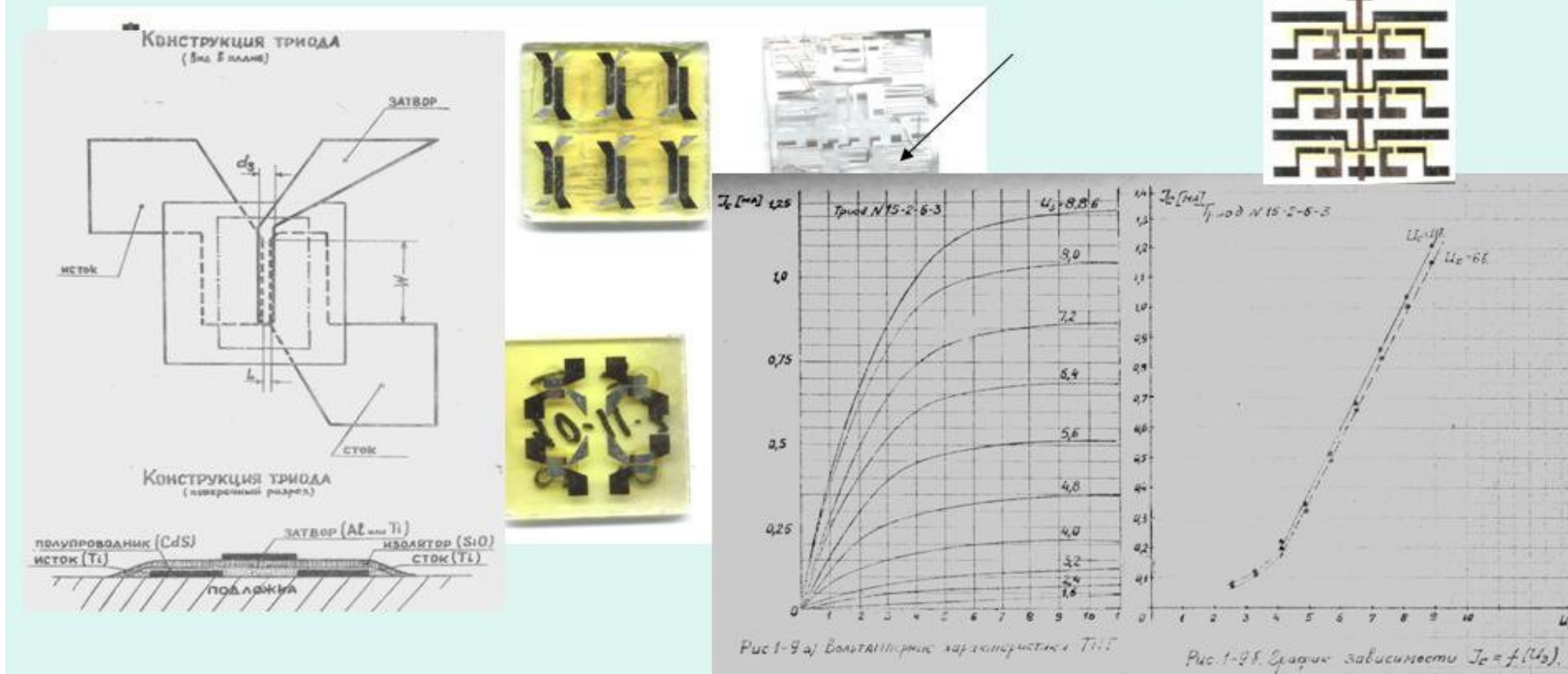
- Матрица тонкопленочных диодов 10x10,
 - на основе окислов титана
- размеры элемента 100 x100 мкм

Ранние работы сотрудников лаборатории

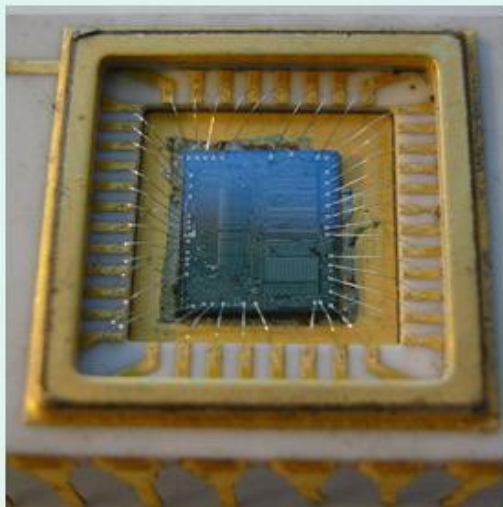
Первые в СССР тонкопленочные полевые транзисторы, 1963 -1964 гг.

- Транзисторы со структурой $Ti-SiO_2 - CdS - In$. Коэффициент усиления по току не менее 1000, по напряжению – не менее 20, произведение коэффициента усиления на полосу пропускания не менее 10 МГц, работа выполнена в рамках договора с КБ-1 (С.П. Королева) о разработке первых элементов БЦВМ, отчет декабрь 1964 г. (ТУ утвержден ЦНИИ -30). Первая микросхема – радиоприемник.

Маска для микросхемы – Мо



Примеры реализации микроэлектронных устройств на базе сегнетоэлектрических пленок



DRAM, удельная емкость 25 – 50 фФ/мкм²

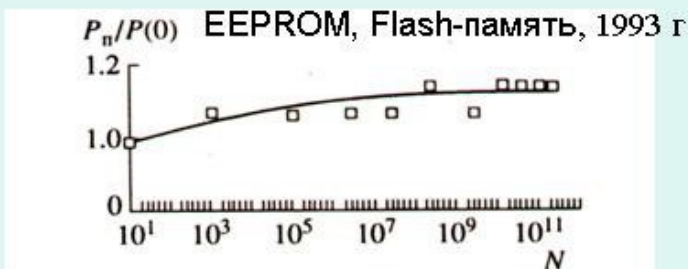
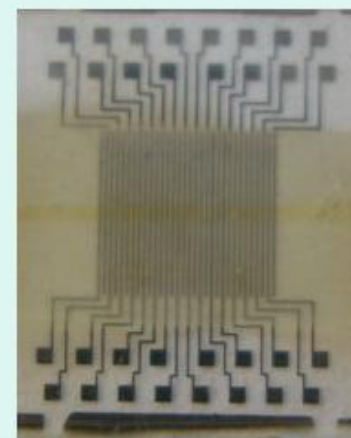


Рис. 6. Типичное относительное изменение величины переключаемой части поляризации с изменением числа циклов переключения в структуре М-РZТ-М, $d_{цтс} = 0.2$ мкм, $V = 6$ В, $\tau = 10^{-7}$ с.



Матрица неохлаждаемых приемников ИК-излучения на основе пьезоэлектрических пленок НБС



Матрица тонкопленочных электрооптических модуляторов света,

Работы выполнялись в рамках Гос.Контрактов и хоздоговоров с ФГУП «Восток», Новосибирск, НПО «Электроника» Воронеж, ВНИИА, Москва, ИОФ РАН, и др., грантов ГКНТ, ГНТПР «Микроэлектроника», РФФИ и др.

Быстродействующие неохлаждаемые ИК – приемники, пленки НБС

