

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петрозаводский государственный университет»

Общая схема МЭМС. Технологии МЭМС. ВЧ ключи

семинар

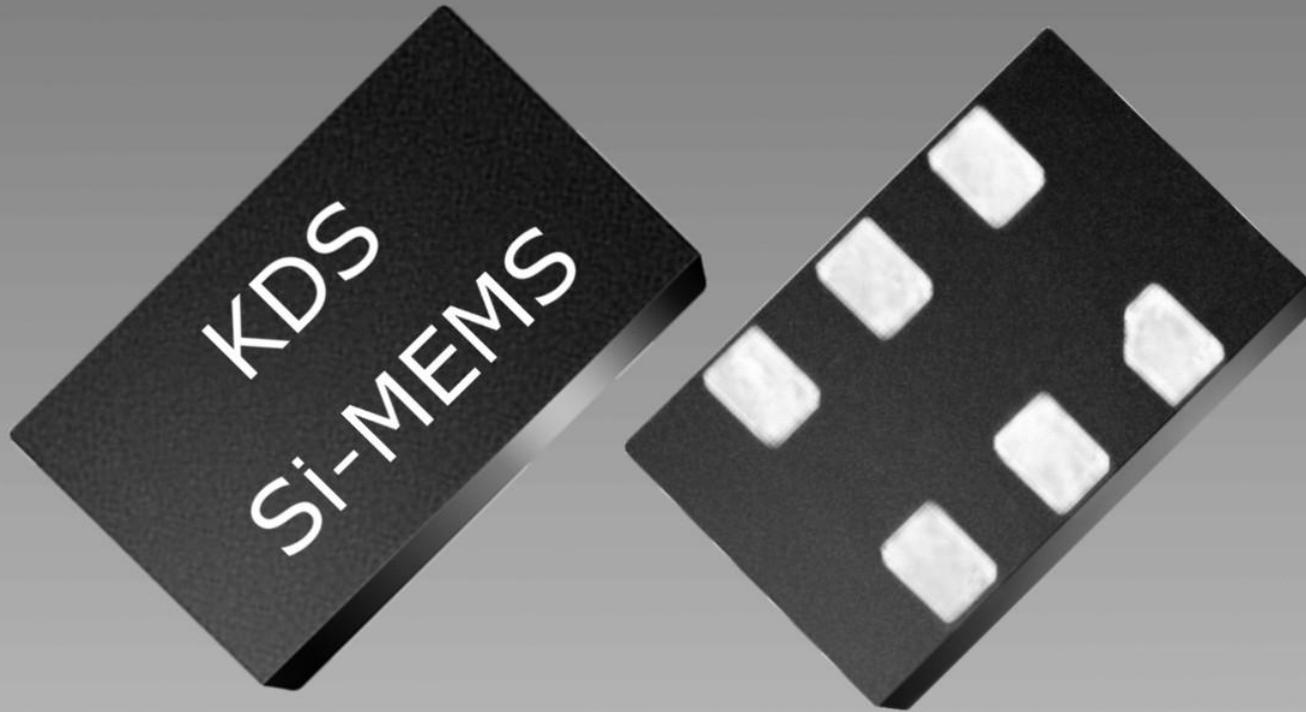
по дисциплине: «Новые типы полупроводниковых приборов»

Выполнила:
студентка 4 курса
физико-технического института, гр. 21414
Солонинкина Мария Васильевна

Проверил:
д.ф-м.н., профессор, Гуртов Валерий Алексеевич

Петрозаводск, 2019

Что такое МЭМС?



МЭМС (микроэлектромеханические системы) – это объединение механических элементов, датчиков, приводов и электроники на одном кремниевом основании (подложке).

История развития



Первый этап

(исследовательский,
середина 50х-60х
годов)

Второй этап

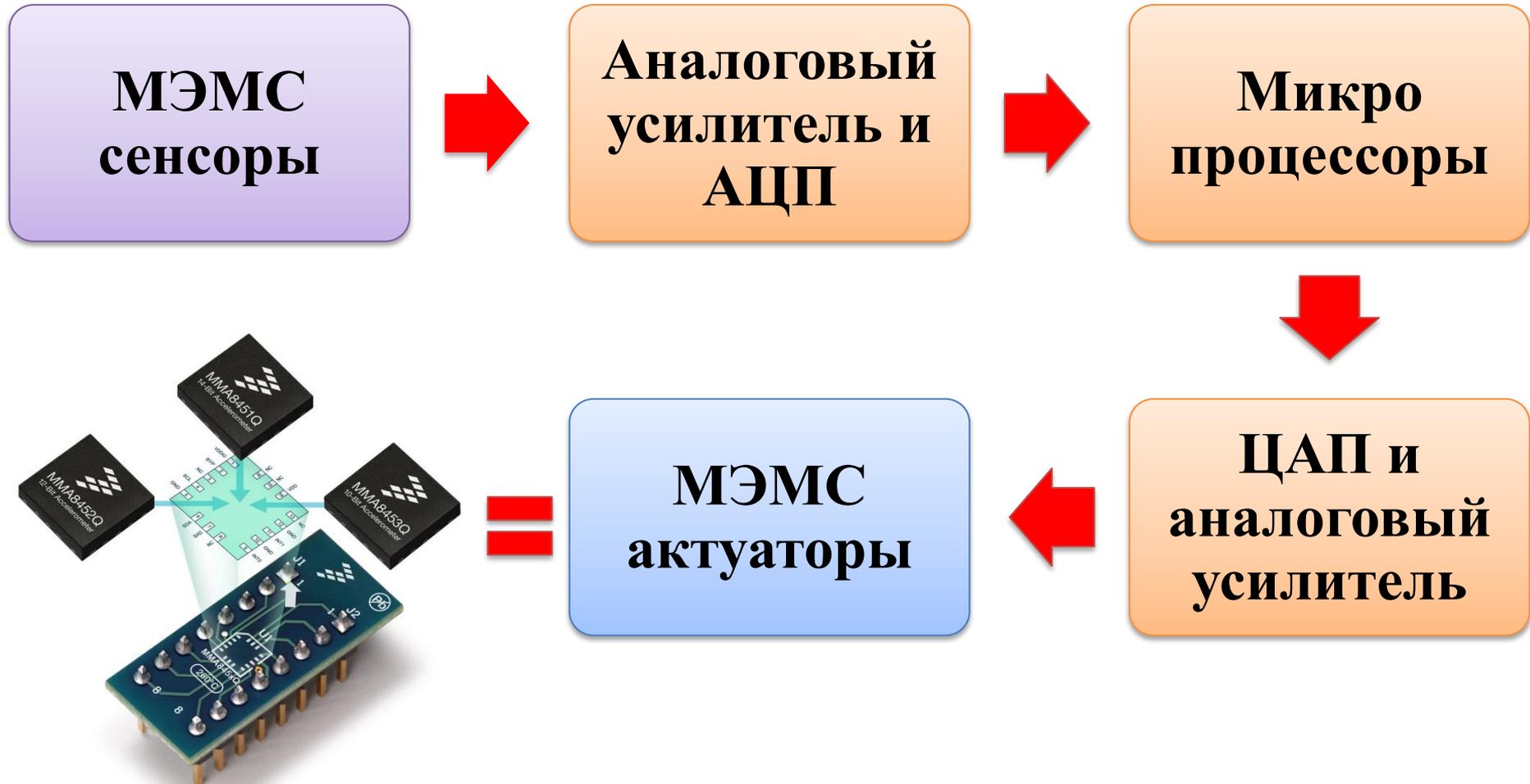
(коммерциализация)

Третий этап

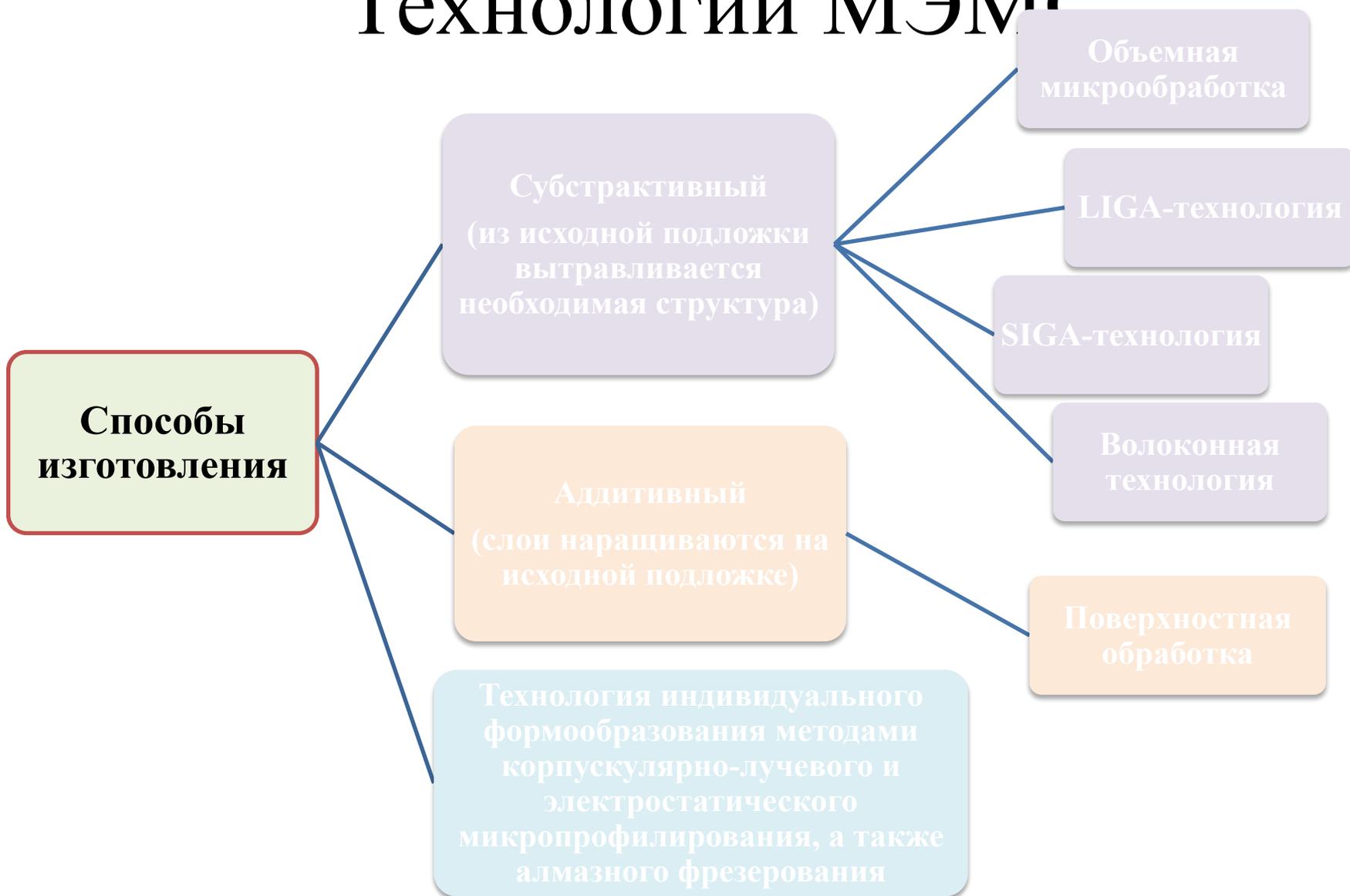
(микромашинное
производство, конец
90х годов)

1989г., на многолюдном собрании в Солт-Лейк-Сити была принята
аббревиатура MEMS

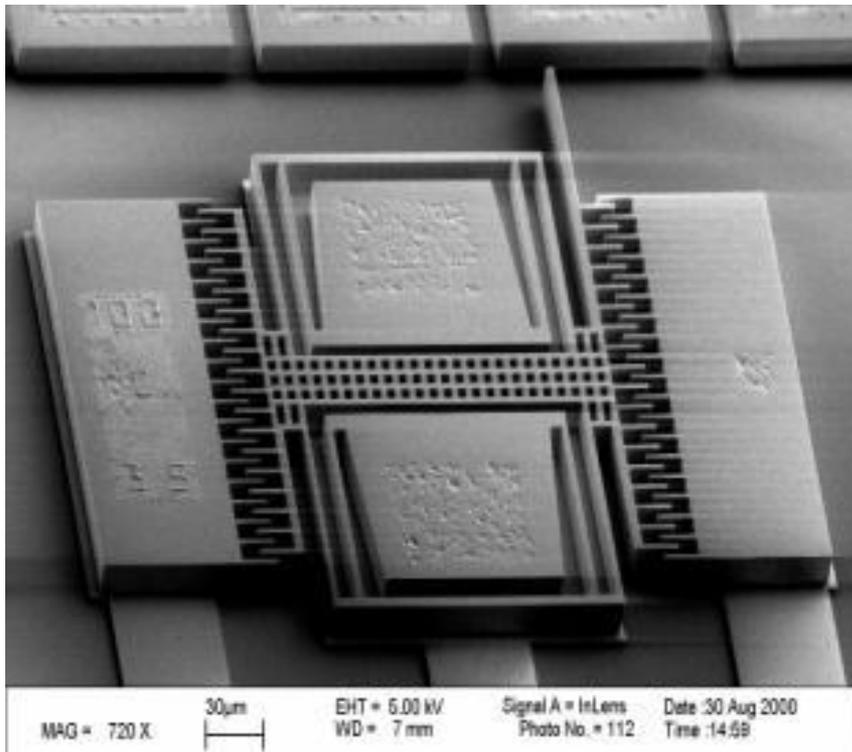
Общая структурная схема



Технологии МЭМС



Объемная микрообработка

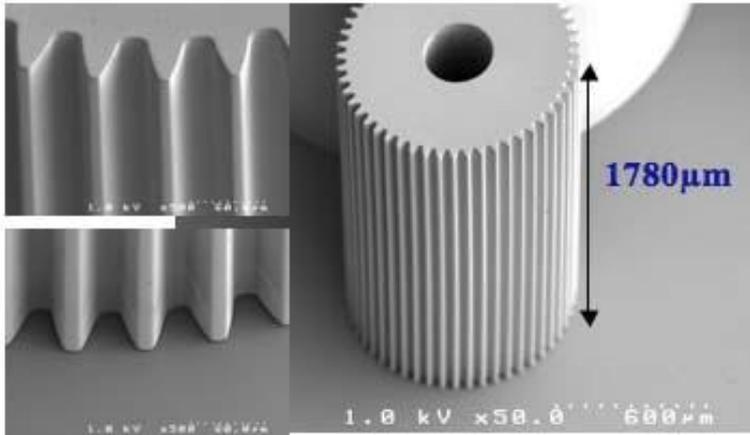


Датчик давления для особо надежных авиационных и промышленных приложений

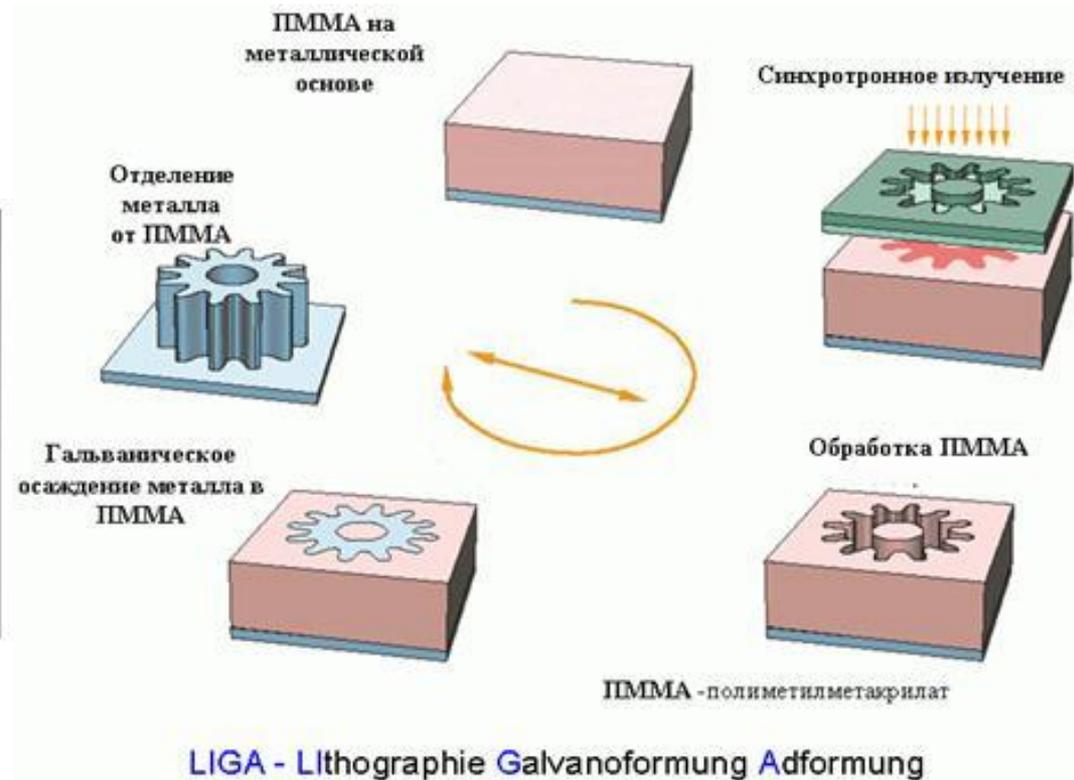


Датчик давления STMicroelectronics

LIGA-технология

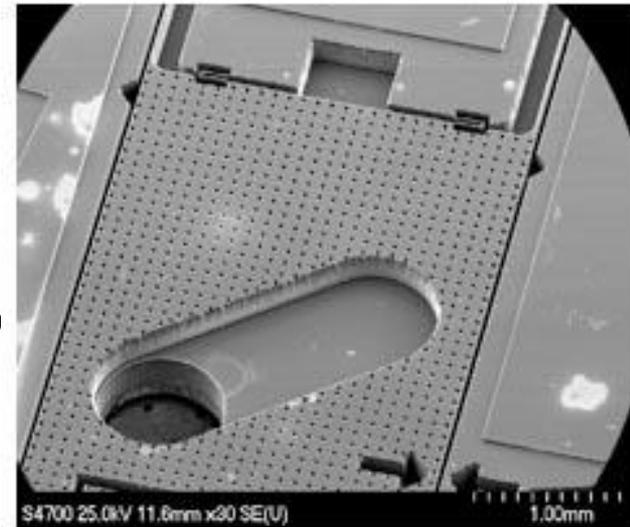


Высокая шестерня с большим коэффициентом соотношения сторон, созданная с помощью технологии LIGA



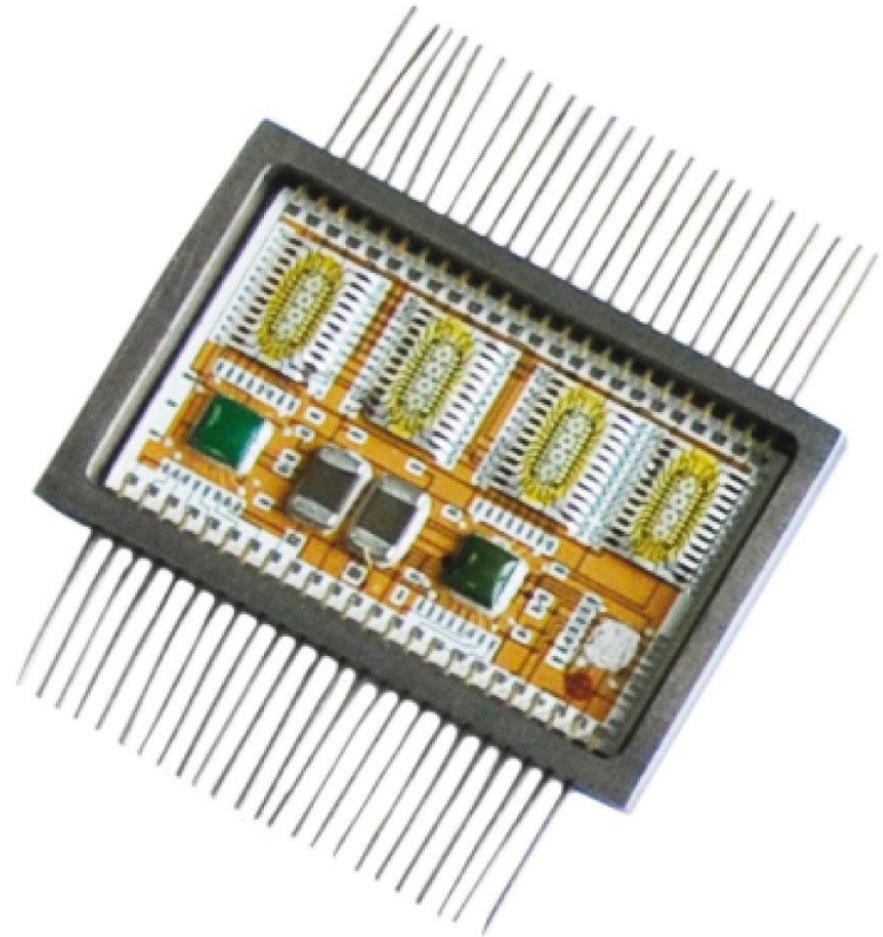
SIGA-технология

SIGA (в переводе) означает – ультрафиолетовая литография, гальваника и формовка. В отличие от технологии LIGA в ней резист вместо рентгеновского излучения экспонируется ультрафиолетом.

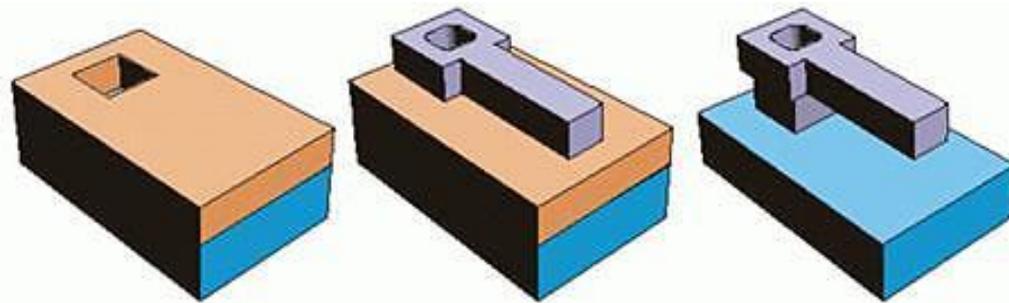


Волоконная технология

Суть: спекается пучок стеклянных волокон (полых или сплошных), различающихся избирательностью к травлению по отношению к растворителю, вытягивании этого пучка до требуемого поперечного размера, разрезании вытянутой части пучка на куски и вытравливании затем из куска растворимых волокон. Укладка волокон в пучок осуществляется таким образом, что нерастворимые волокна образуют в сечении пучка структуру (топологию) изготавливаемой микроструктуры в некотором масштабе. Данная технология позволяет изготавливать детали с минимальными поперечными размерами отверстий до 0,2 мкм при высоте от 100 мкм до 1 см.



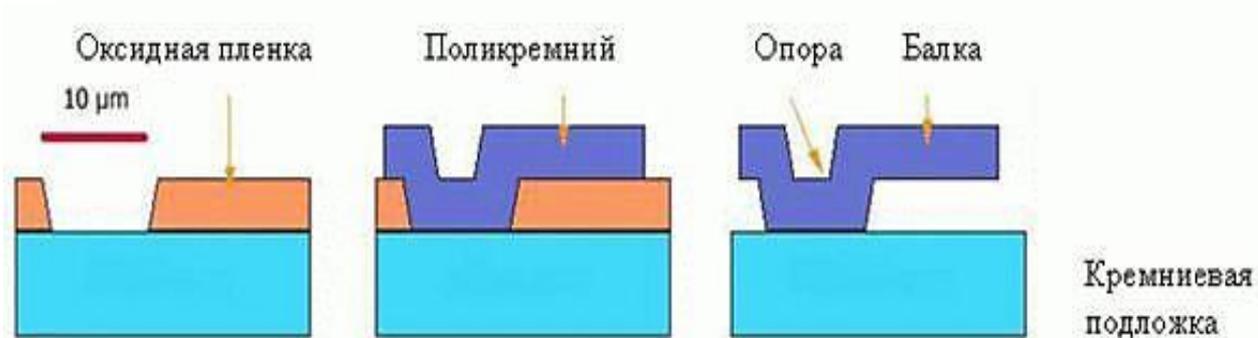
Поверхностная обработка



Оксидная пленка
Нанесение и
формообразование

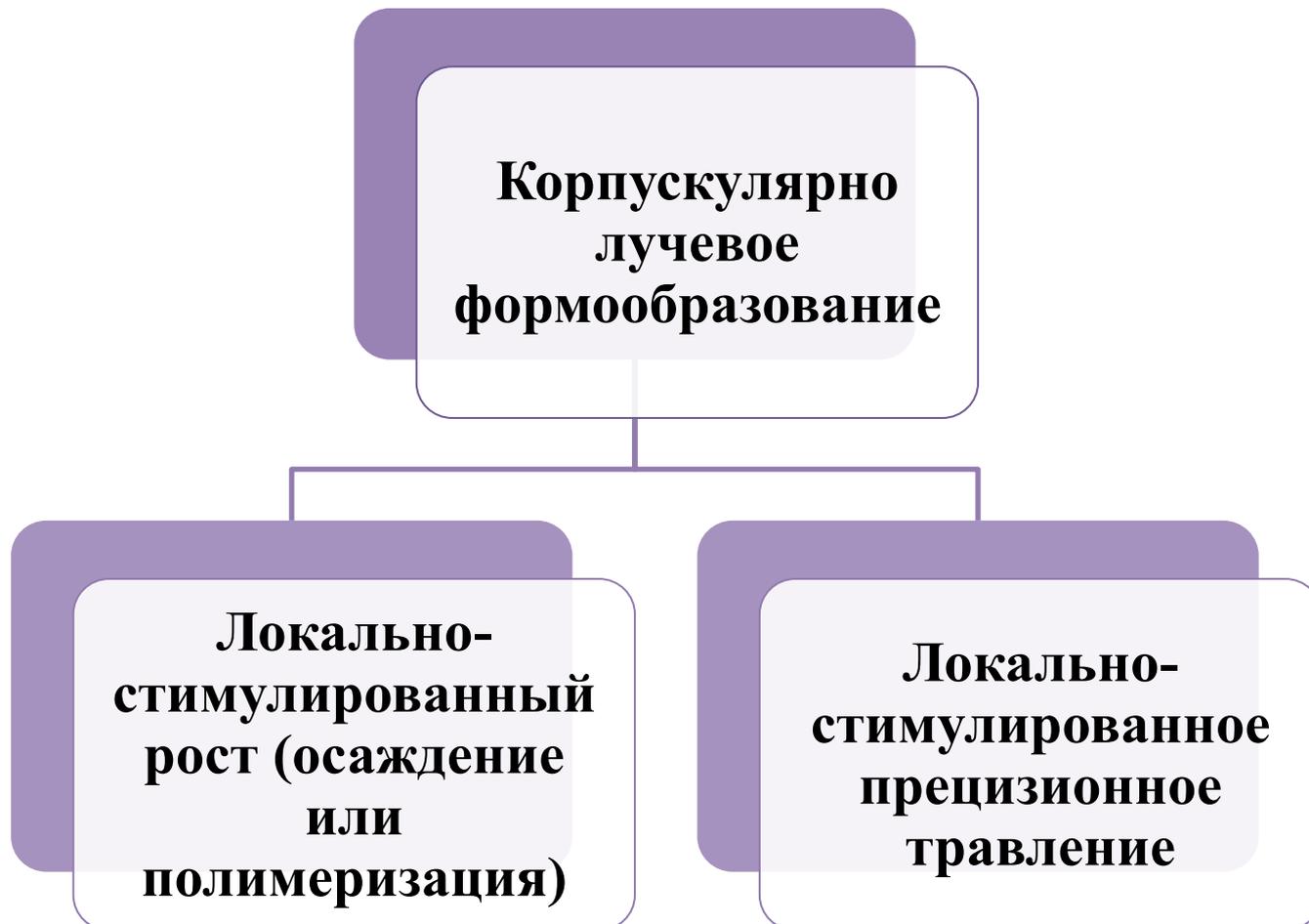
Поликремний
Нанесение и
формообразование

Удаление
жертвенного слоя

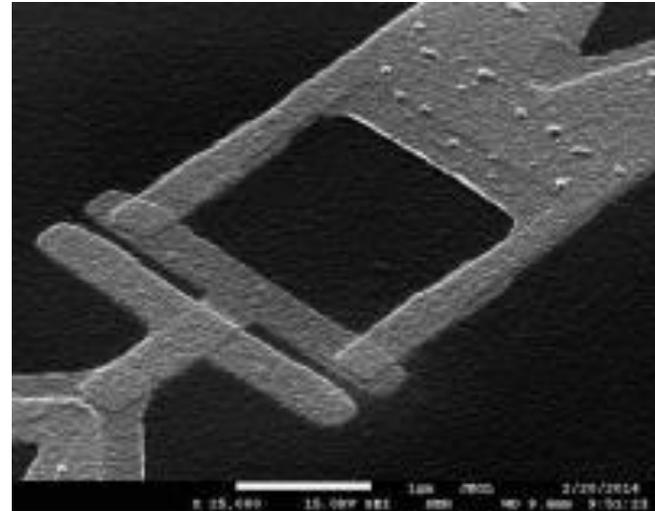
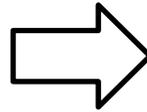
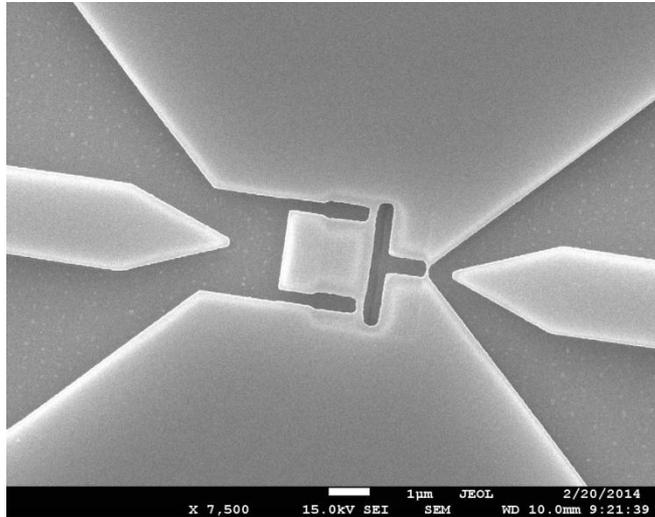


Поверхностная микрообработка кремния

Технология индивидуального формообразования методами корпускулярно-лучевого и электростатического микропрофилирования, а также алмазного фрезерования



Корпускулярно-лучевое микропрофилирование



Высокочастотные ключи

АМ (несколько МГц)

FM (88...108 МГц)

Военные радиостанции и мобильная связь
(900 МГц и 2.4 ГГц)

**Волны
использования**

Работа устройств по технологии Bluetooth

Ku-диапазон (12.4...18 ГГц)

W-диапазон (75...110 ГГц)

Высокочастотные ключи

Контактные

Ёмкостные

Управление кантилевером

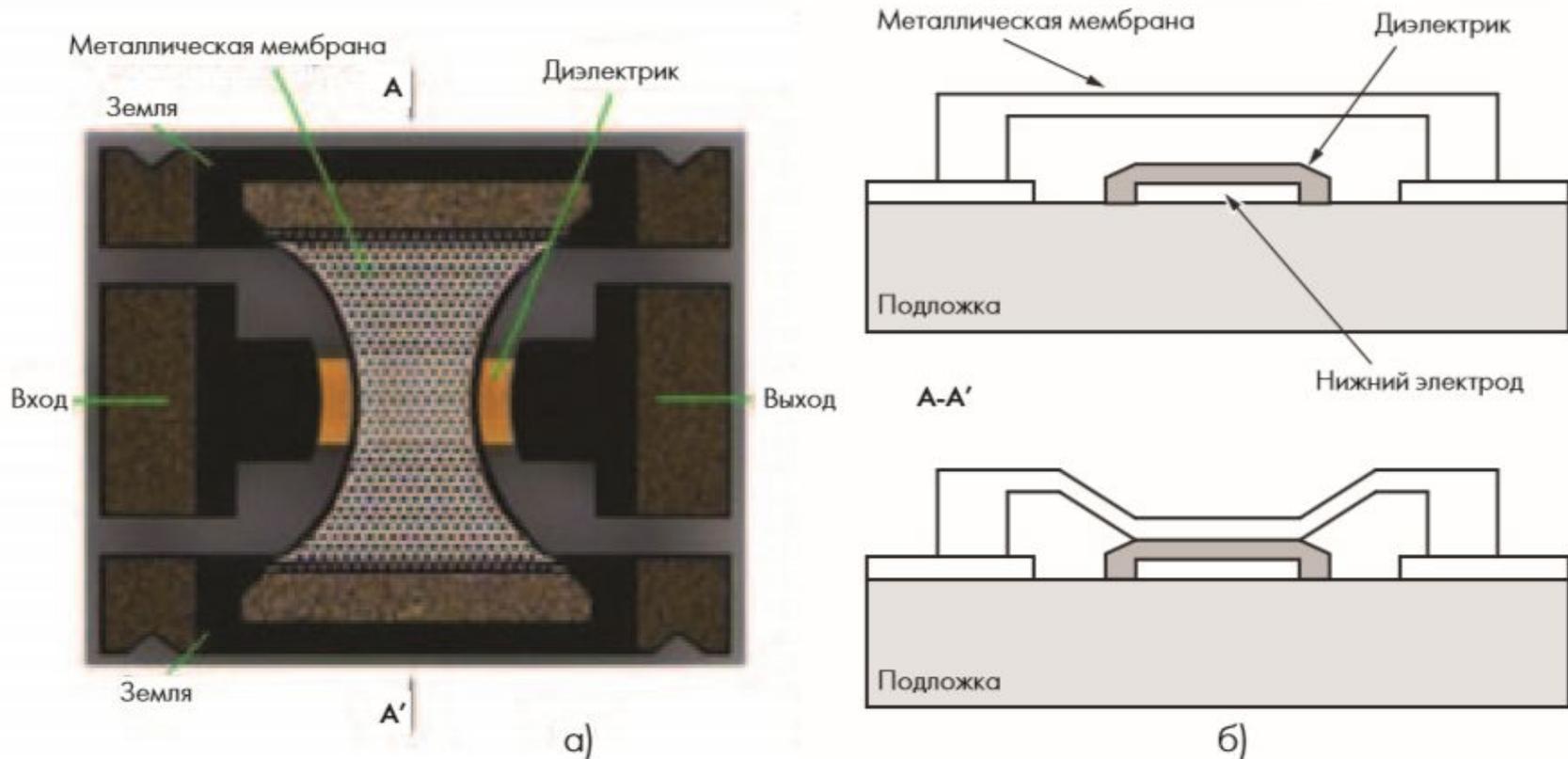
Электростатический

Магнитостатический

Пьезоэлектрический

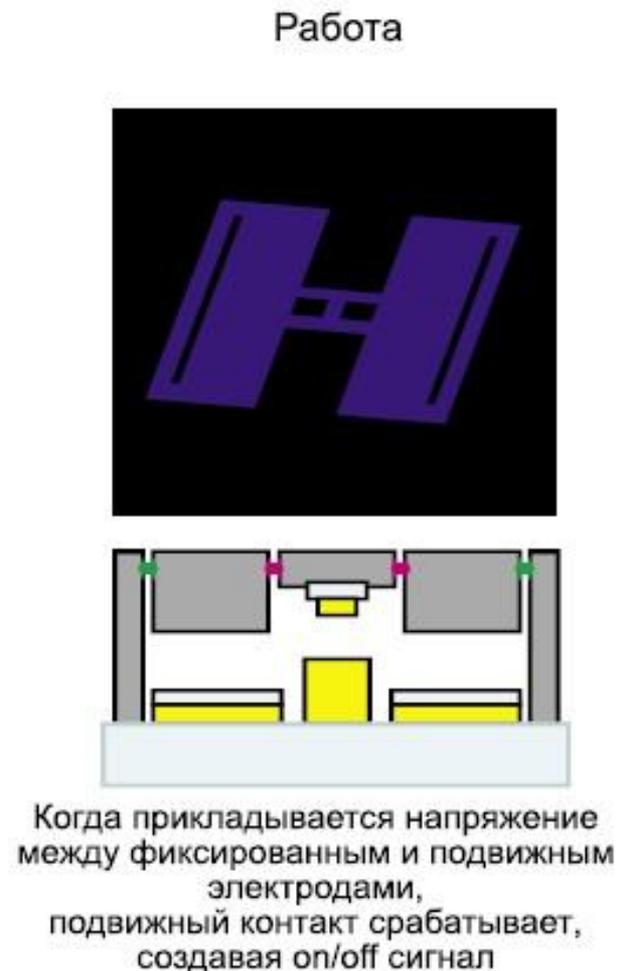
Электротермический

ВЧ ключи (контактные)

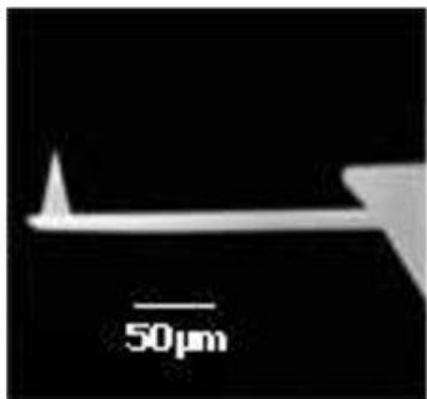


Внешний вид мембранного ключа (а) и сечения по линии А-А', показывающие положение мембраны в разомкнутом (б) и замкнутом (в) состояниях ключа

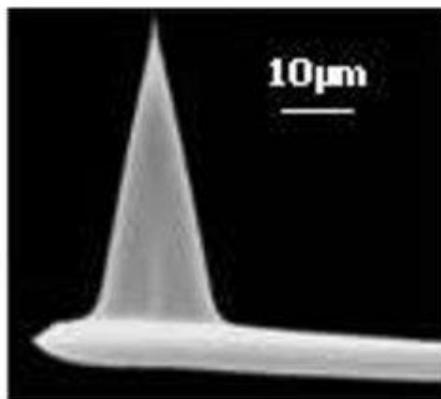
ВЧ ключи (ёмкостные)



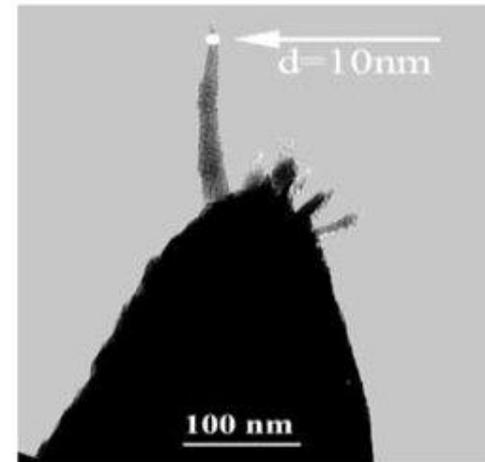
Управление кантилеверами



Базовый кантилевер NSG10
 $R \approx 10$ нм.



“Вискерный”
кантилевер
NSC05/5
 $R \approx 1-2.5$ нм



“Вискерный”
кантилевер
NSG01_DLC/10
 $R \approx 1$ нм

Преимущества ВЧ ключей

- ✓ Цифровое управление при расширенных функциональных возможностях;
- ✓ Малая потребляемая мощность цепи управления (порядка единиц микроватт);
- ✓ Малые потери в замкнутом состоянии;
- ✓ значительно меньшая емкость и, соответственно, лучшая развязка в разомкнутом состоянии;
- ✓ Ничтожные нелинейные искажения проходящего сигнала;
- ✓ Высокая стойкость к проникающей радиации;
- ✓ Более широкий диапазон рабочих температур

Список литературы

1. Белов Л., Житникова М. Микроэлектромеханические компоненты радиочастотного диапазона //Электроника: наука, технология, бизнес. – 2006. – №. 8. – С. 18-25.
2. Carty E., Fitzgerald P., McDaid P. The Fundamentals of Analog Devices' Revolutionary MEMS Switch Technology //Technical Article. – 2016.
3. Баринов И. Н., Волков В. С. Микромеханика вокруг нас //Режим доступа: http://dep_pribor.pnzgu.ru/files/dep_pribor.pnzgu.ru/mikromehanika_vokrug_nas.df. – 2011.
4. Maluf N., Williams K. Introduction to microelectromechanical systems engineering. – Artech House, 2004.
5. Сысоева С. Высокочастотные МЭМС-ключи. Технологии и применения //Компоненты и технологии. – 2011. – №. 11. – С. 29-36.
6. Гуртов В. А., Беляев М. А., Бакшеева А.Г. Микроэлектромеханические системы: Учеб.пособие. – Петрозаводск: Из-во ПетрГУ, 2016. – 171 с.
7. Варадан В., Виной К., Джозе К. ВЧ МЭМС и их применение. – Москва: Техносфера, 2004. – 528с. ISBN 5-94836-030-X

Спасибо за внимание!