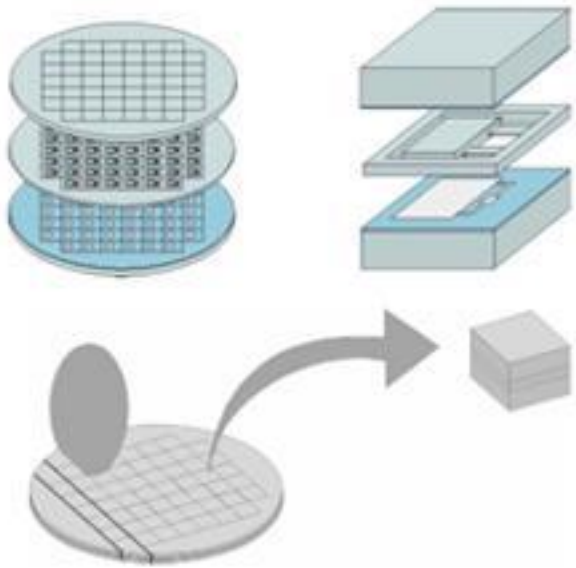
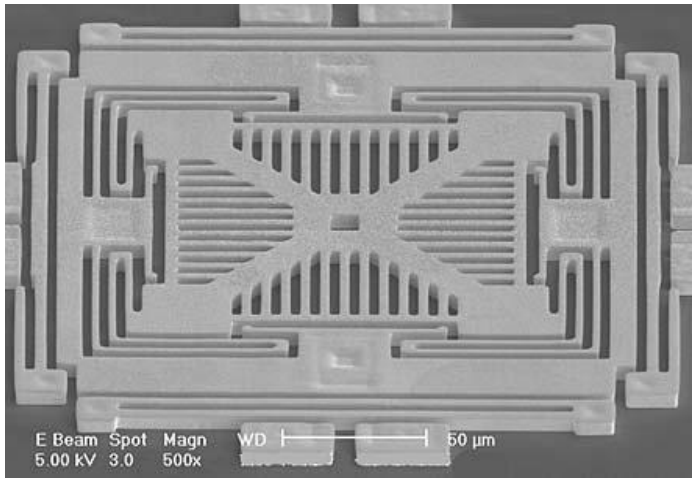
Ёмкостные и пьезорезистивные акселерометры. Примеры реализации МЭМС различных компаний.

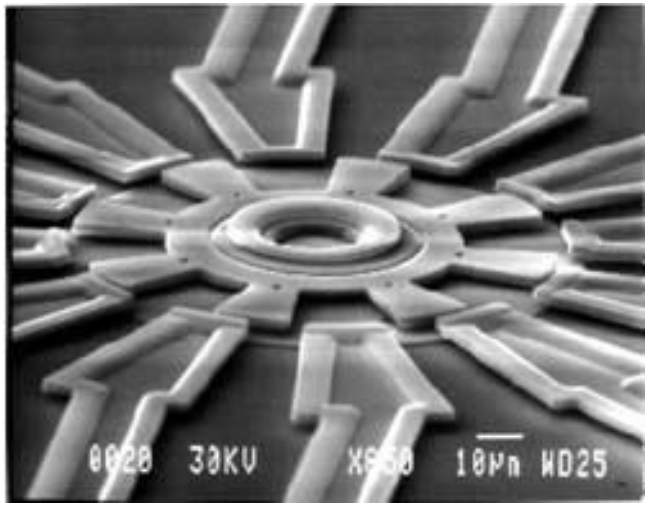


Что такое МЭМС?

Микроэлектромеханические системы (МЭМС) – это системы, включающие в себя взаимосвязанные механические и электрические компоненты микронных размеров.

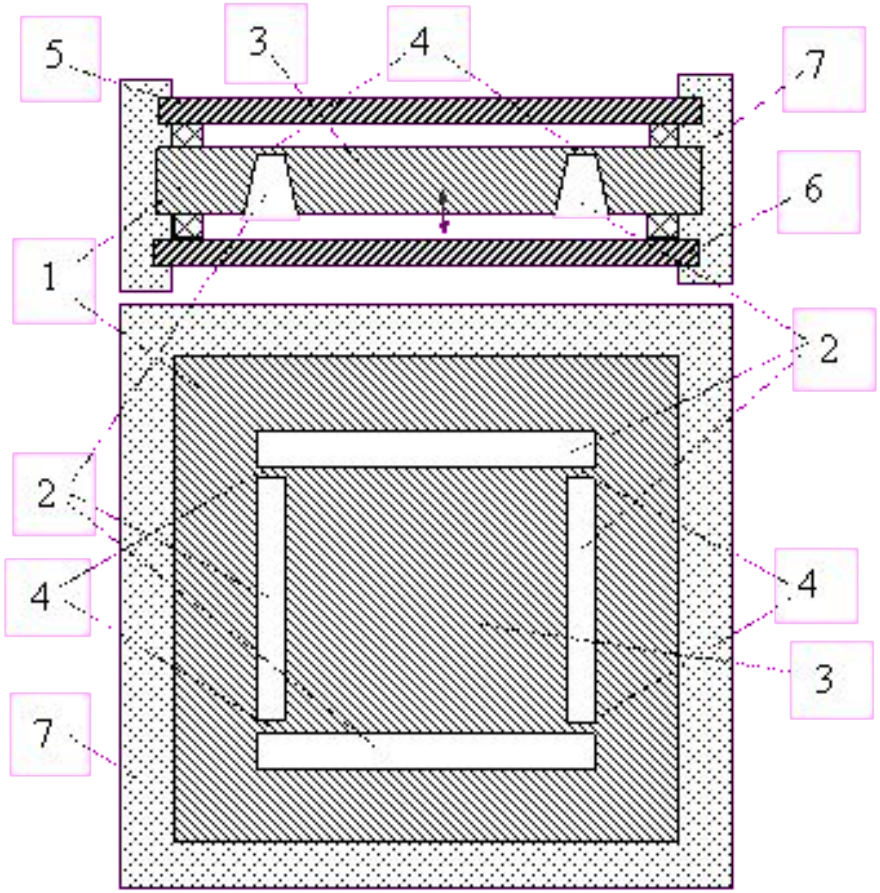


Трехосевой акселерометр

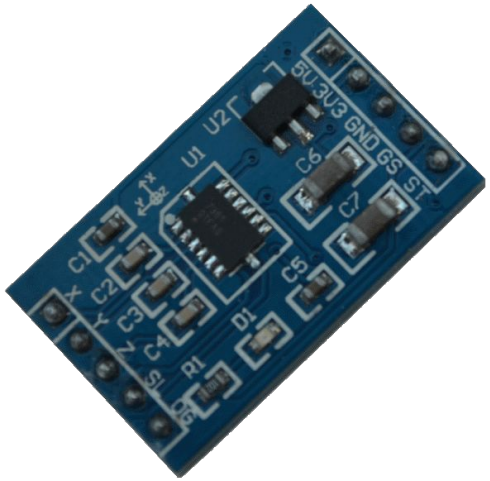


Электрический микродвигатель

Конструкция ёмкостного акселерометра

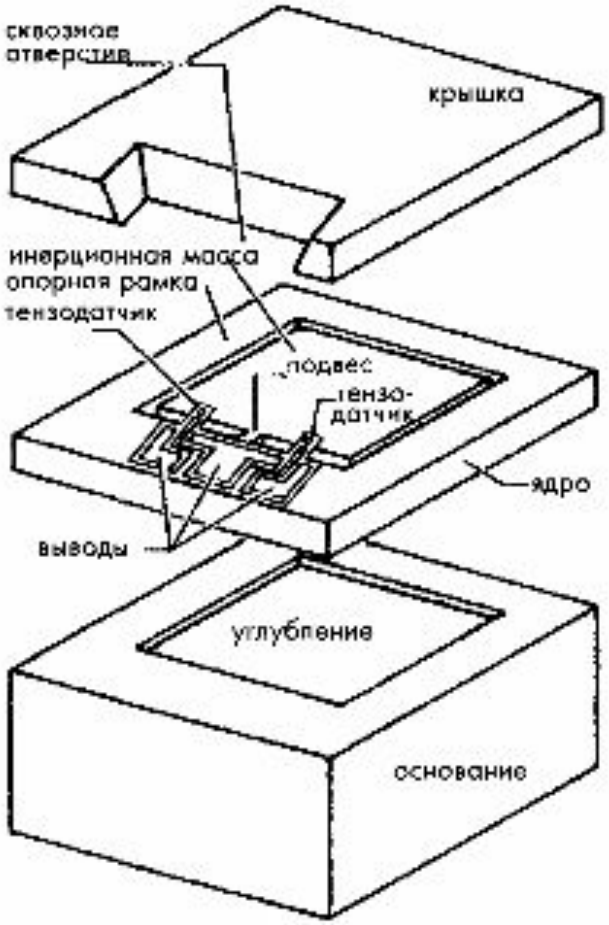


1 - кристал кремния
2- вытравленные участки
3- инертная масса
4- тонкие перемычки (роль упругих элементов)
5,6 – металлические электроды



Конструкция ёмкостного акселерометра

Устройство пьезорезистивного акселерометра



Чувствительный элемент пьезорезистивного акселерометра

Технологии конструирования МЭМС

Технология EFAB (Electrochemical FABrication) – новая технология, основанная на гальваническом осаждении металлов на изолирующих поверхностях, и с последующим растворением изоляционного материала, позволяет создавать трехмерные механические микроструктуры, сложно переплетенные между собой, разработана двумя научными учреждениями - Information Sciences Institute (ISI) и University of Southern California. В отличие от традиционных методов, EFAB-технология позволяет формировать трехмерные микроструктуры с сумасшедшим количеством независимых 5-микронных слоев, до 1000, как заявляют разработчики EFAB, к тому же, она не требует сверхчистых помещений, полностью автоматизирована и с меньшим количеством технологических этапов, и занимает на создание каждого слоя всего несколько минут, в отличие от других методов, где на постройку одного слоя может уходить и несколько дней.

Технологии конструирования МЭМС

LIGA технология. Была разработана первая технология формирования объемных структур высотой в несколько миллиметров с очень ровными прямоугольными гранями, и при поперечном сечении MEMS-детали от всего в 5-7 микрон, до 300-500, с использованием жесткого излучения, прецизионного литья полимерами по заданной форме и гальванического осаждения металлов на микроповерхностях. Сущность метода заключается в использовании не простого рентгеновского излучения от рентгеновской лампы, а полученного при помощи ускорителя элементарных частиц – синхротрона. Синхротронное рентгеновское излучение является очень мощным, и имеет сверхмалое расхождение электромагнитного пучка (не больше 0,006°), т.е. формируется пучок параллельных лучей, отсюда и очень ровные отвесные стенки у MEMS- конструкций. Глубина проникновения такого рентгеновского излучения в полимерный материал может достигать нескольких миллиметров. Это очень много. Микродетали, полученные этим методом, выходят очень объемными, лишенные планарности.

Технологии конструирования МЭМС

SUMMiT технология. Технология SUMMIT основана на создании четырехслойных поликристаллических кремниевых механических структур, где первый неподвижный слой образует механическую и электрическую основу для остальных трех подвижных слоев. Самым идеальным на сегодняшний день материалом для создания MEMS машин является поликристаллический кремний. Он прочнее стали в 100 раз, более гибче и меньше изнашивается. Механические структуры MEMS систем создаются при помощи методов тонкопленочной фотолитографии и химического травления. Повторяя эти процедуры от слоя к слою, как со структурами из поликристаллического кремния, так и с изолирующими SiO2-слоями, формируются 11 сложных трехмерных масок, то же количество, что и в более простом CMOS IC- процессе. Далее SiO2 химически удаляется травлением, оголяя наружу механические структуры из поликристаллического кремния. Чем больше слоев в планарной микромашине, тем более она сложна, и тем больше задач и функций она может выполнять.

Список источников

- http://www.studfiles.ru/preview/2081565/page:7/
- http://www.olegsenkov.com/downloads/Senkov_paper_MEMS-systems.pdf
- http://volamar.ru/subject/03kolibri/view_post.php?cat=1&id=7
- «Электромеханические микроустройства», Н. Мухуров, Г. Ефремов, Litres, 2014