



РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТУННЕЛЬНОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ МИКРООБРАБОТКИ

Бесполудин Владислав Валерьевич

студент Института нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета, РФ, г. Таганрог

Туннельные акселерометры преобразуют ускорение в изменения туннельного тока. В них возможно электронное туннелирование между двумя проводящими электродами, если эти электроды расположены достаточно близко друг к другу. Острый металлический наконечник расположен над металлической поверхностью на высоте около 10 ангстрем. Небольшие изменения (порядка 1 ангстрем) расстояния между металлическим наконечником и поверхностью приводят к большим изменениям туннельного тока (10–50%) [1;8].

Туннельный ток наблюдается когда разрыв между двумя проводящими материалами составляет около 10 Å. Когда зазор между проводящими материалами уменьшается, туннельный ток увеличивается [9]. Два фактора определяющие туннелирование тока между двумя электродами, это расстояние между электродами и острота кончика проводящего материала. Чем острее кончик проводящего материала, тем вероятность туннелирования электронов увеличивается [9]. Рисунок 1 показывает структуру и принцип работы туннельного акселерометра. После того, как кончик электрода подводится достаточно близко для осуществления туннелирования к противоположному электроду путем применения подходящего напряжения, к нижнему электроду, постоянный ток туннелирования, I_{tun} устанавливается. Этот туннельный ток является постоянным, если масса находится в неподвижном состоянии и напряжения туннелирования (V_{tun}) постоянно. При ускорении, масса отклоняется от положения покоя, что приводит к изменению туннельного тока.



Рисунок 1. Пример конструкции туннельного акселерометра

Схема считывания воспринимает это изменение и регистрирует напряжение, определяя перемещения. С помощью этого механизма обратной связи, туннельный ток остается постоянным и ускорение может быть измерено от с изменением напряжения, . Верхний гибкий электрод используется для целей самотестирования. Пример технологического маршрута изготовления туннельного микроакселеромета приведен на рисунке 1.

1. Очитка подложки кремния осуществляется штатным методом RCA состоящим из нескольких этапов удаления различных загрязнений. Удаление органических загрязнений, тонких слоев оксидов, и удаление ионных загрязнений [5;6]. Он используется для очистки кремниевых пластин на начальных этапах обработки. Как правило, осуществляется перед осаждением слоев на кремний и воздействию высоких температур обработки, таких как термического окисления или диффузия рисунок 2(а) [5;6].

2. Нанесения слоя изоляции Si_3N_4 . Слой изоляции создаем что при травлении жертвенных слоев не травилась подложка, а также от диффузии примесей в подложку, также этот слой обладает низкой усталость рисунок 2 (б). Слой Si_3N_4 . наносим с помощью плазма стимуляции PECVD [6;4;1].

3. Нанесения композиции металлов Ti/Pt/Au с помощью электронно-лучевого напыления рисунок 2(в) [3].

Таблица 1.

Обозначения слоев в технологическом маршруте при изготовлении туннельного акселерометра на основе поверхностной микрообработки

Si	Si ₃ N ₄	Ti/Pt/Au	ФР	ФШ	SiO ₂
					

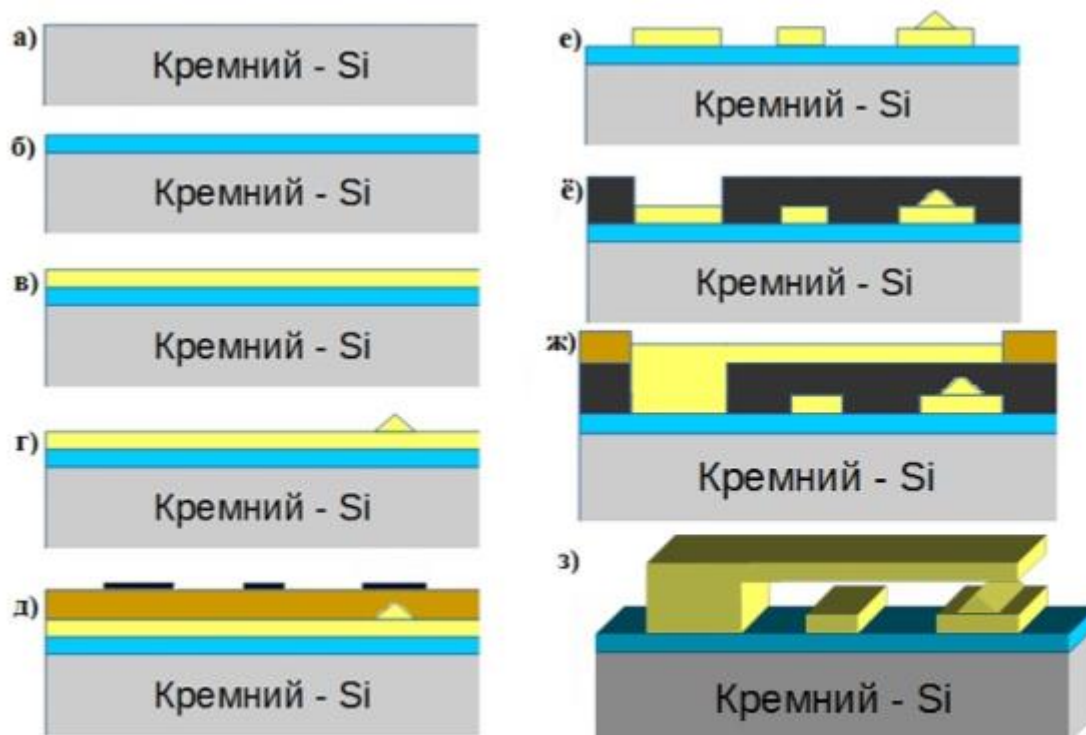


Рисунок 2. Технологический маршрут изготовления туннельного микроакселерометра на основе поверхностной микрообработки

4. Изготовления кончика для туннелирования посредством FIB-литографии и ионной модификации рисунок 2(г).
5. Нанесения фоторезиста и фотошаблона рисунок 2 (д).
6. Используя реактивное ионное травление вытравливаем слой Ti/Pt/Au рисунок 2 (е)[3].
7. Нанесения жертвенного слоя, в качестве жертвенного слоя используем БСС рисунок 2(ё).
8. Нанесения Au, формирование кантилеверной балки рисунок 2(ж).
9. Удаления слоя SiO₂ с помощью 49% плавиковой кислоте (при комнатной температуре) в течение 1.5–2 минут. За тем несколько минут в деионизированной воде, и в спирте, затем поместить в сушильный шкаф на 10 минут при температуре 110°C [3] рисунок 2(з).
10. Реализация конструкции рисунок 2(к).
11. Скрабирование, ломка на чипы.
12. Установка в корпус
13. Разварка выводов. Металлы активные к окислению хуже поддаются разварки, примером такого металла может служить алюминий.
14. Герметизация контроль герметичности.

15. Испытания устройства.

16.; Маркировка.

17. Сдача на склад.

Туннельный акселерометр может быть изготовлен с помощью поверхностной и объемной микрообработки. Оба метода изготовления туннельных микромеханических акселерометров описаны в работе [2]. Уровень шума, как правило, меньше в объемном - микромеханическом акселерометре [2]. Примеры туннельных акселерометров с высокой производительностью предложены и в других работах [9], где датчик изготавливается с помощью объемной микрообработки кремния. Туннельные акселерометры обладают высокой чувствительностью, так как туннельный ток весьма чувствителен к смещению. Эти устройства имеют небольшие размеры, широкую полосу пропускания, и высокую чувствительность, тем не менее, они страдают от дрейфа, а также шума $1/f$ шум [9]. Кроме того, изготовление их не такое простое. Поэтому они не нашли широкого применения в промышленных устройствах.