

УДК 539.234

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОКСИДНЫХ СЕНСОРНЫХ ДАТЧИКОВ НА ПОДЛОЖКАХ НОВОГО ТИПА

В.Г.Зарапин, В.Г.Лугин, И.М.Жарский, Н.Я.Шишкин
(БГТУ, г. Минск)

Успешное решение проблем экологии, связанных с атмосферой, и управление технологическими процессами с участием газообразных веществ весьма затруднительны без получения достоверной количественной информации о химическом составе газообразных или парообразных смесей. Одним из последних направлений получения такой информации является использование химических сенсоров - первичных измерительных преобразователей химического состава газов - в электрический или любой другой, удобный для обработки, сигнал [1].

Свойства и метрологические данные полупроводниковых газовых сенсоров в основном определяются свойствами материала чувствительного элемента, которые, в свою очередь, зависят от способа и условий его формирования. Основными типами материалов, используемых в качестве чувствительных слоев, являются оксиды металлов: SnO_2 , ZnO , CuO , WO_3 , которые обладают высокой чувствительностью ряда электрофизических параметров к адсорбции частиц из газовой фазы. Не менее важными факторами, влияющими на рабочие характеристики газовых сенсоров, являются материал и структура несущей подложки [2].

Одним из наиболее разрабатываемых направлений технологии создания первичных измерительных преобразователей для химических газовых анализаторов в настоящее время остается кремниевая

интегральная технология. Сенсор представляет собой, как правило, монокристаллическую кремниевую подложку (площадь 1-6 мм², толщина 0.2-0.5 мм), на которой сформирована мембрана толщиной 0.5-5 мкм из SiO_2 или Si_3N_4 , на которую наносятся растровая система электродов, нагреватель и терморезистор, в качестве материала которых обычно используется Pt пленка толщиной ~0.3 мкм. Чувствительный слой осаждается поверх контактов после проведения операций по формированию несущего кристалла.

Одним из основных достоинств такой технологии является совместимость с планарной интегральной групповой технологией. Наиболее существенным недостатком, на наш взгляд, является необходимость осаждать чувствительный слой поверх токосъемных контактов. Электронно-микроскопические исследования показывают, что осаждение пленок с толщиной менее 100 нм на ступенчатый профиль с высотой ступени 300 нм приводит к образованию неоднородностей и разрывов в пленках в местах, где имеются такие ступени. Это оказывает влияние на рабочие параметры сенсора, уменьшая чувствительность, воспроизводимость и увеличивая дрейф сигнала.

Нами разработан вариант чувствительного элемента, позволяющий значительно снизить влияние этих факторов. В качестве материала подложки предлагается использовать тонкие пластины (5-10 мкм) слюды (мусковит). Крайне низкая теплопроводность этого материала (0.5 Вт/(м*с)) позволяет создавать на такой пластине локальный нагрев до 700⁰ С. Оксидный чувствительный слой толщиной ~50 нм осаждается непосредственно на подложку. Поверх чувствительного слоя, на лицевую сторону подложки, через маску напыляются контакты и терморезистор из Pt толщиной 250 нм методом магнетронного распыления. Нагреватель формируется на обратной стороне подложки. Для улучшения адгезии Pt

пленки к слюде используется подслоем Ta толщиной 50 нм. Температуру подложки при напылении поддерживается 250-300°C.

Разработанная структура имеет площадь $\sim 1 \text{ см}^2$ (площадь чувствительного слоя 1.5 мм²) и обладает рядом достоинств: исключает дорогостоящие и сложные интегральные технологические операции (эпитаксию, фотолитографию, ионно-лучевое травление), имеет высокую механическую прочность, позволяет производить присоединение электрических выводов к контактным площадкам с помощью пайки.

Экспериментальные данные показывают, что пленки SnO₂, полученные при одинаковых условиях на слюде и эпитаксиальном SiO₂, имеют различные электрофизические параметры. Так, например, пленки на слюде имеют энергию активации проводимости, которая для пленочных поликристаллических оксидных формирований имеет смысл поверхностного барьерного потенциала, 0.28 эВ, а на SiO₂ - 0.13 эВ, что очень сильно влияет на чувствительность к газам. Экспериментально установлено, что пленки, осажденные на слюду, обладают более высокой чувствительностью (в 3-7 раз) к CO, NO₂, H₂S по сравнению с пленками, осажденными на SiO₂.

Разработанные чувствительные элементы обладают хорошими эксплуатационными характеристиками, что делает их перспективными при создании газоанализаторов резистивного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zemel J.N. // Microfabricated nonoptical chemical sensors, Rev. Sci. Instrum., 61 (1990), № 6. - P.1579-1606.
2. Арутюнян В.М. // Микроэлектронные технологии - магистральный путь для создания химических твердотельных сенсоров. Микроэлектроника. Том 2. Вып.4, 1991. - С. 337-355.