

06;07;12

Влияние лазерной обработки на газовую чувствительность пленок диоксида олова

© В.А. Логинов, С.И. Рембеза, Т.В. Свистова, Д.Ю. Щербаков

Воронежский государственный технический университет

Поступило в Редакцию 13 августа 1997 г.

Показана возможность повышения чувствительности поликристаллических пленок SnO_2 , легированных сурьмой, с помощью обработки импульсами лазера.

Полупроводниковые пленки диоксида олова (SnO_2) находят все более широкое применение в качестве чувствительных элементов датчиков различных газов [1,2]. Принцип детектирования в таких датчиках основывается на зависимости электропроводности пленок SnO_2 при температурах 250–300°С от состава газовой среды. Одна из основных проблем при изготовлении датчиков заключается в получении слоев SnO_2 , обладающих высокой температурной стабильностью и воспроизводимостью свойств. Поэтому для достижения требуемых параметров пленок SnO_2 необходимо проведение высокотемпературного отжига [3], что может отрицательно влиять на другие элементы конструкции датчика. Исключить это влияние можно при использовании импульсной лазерной обработки, которая позволяет локально нагревать приповерхностный слой материалов до высокой температуры за малые интервалы времени.

В настоящей работе впервые приводятся результаты исследований влияния лазерной обработки на газовую чувствительность пленок SnO_2 .

Исследования проводили на образцах поликристаллических пленок SnO_2 , легированных сурьмой до 2.6%, изготовленных методом магнетронного напыления. Магнетронное распыление оловянной мишени со вставками сурьмы осуществлялось в атмосфере 75% аргона и 25% кислорода на стеклянные подложки. Толщина пленок измерялась на интерференционном микроскопе МИИ-4 и имела величину 3–5 μm . Лазерная обработка образцов проводилась на установке "Квант-12", работающей в режиме свободной генерации импульсов. Длина волны излучения составляла 1.06 μm , длительность импульса 4 ns. Плотность излучения (E) в импульсе варьировалась в диапазоне 1.5–11 J/cm^2 . Ла-

Влияние лазерной обработки на газовую чувствительность пленок SnO₂

Номер образца	Плотность энергии лазерного излучения E , J/cm ²	Газовая чувствительность γ , %
1	0	4.7
2	1.5	7.2
3	3	9.5
4	4.6	15.7

зерную обработку осуществляли на воздухе при комнатной температуре в условиях нормального падения излучения на поверхность пленки SnO₂. В качестве газочувствительного параметра использовалось поверхностное сопротивление пленок SnO₂, измеряемое четырехзондовым методом при температуре 300°С. Газовая чувствительность пленок до и после лазерной обработки исследовалась по отношению к парам ацетона в воздухе.

В таблице представлены данные влияния лазерной обработки на газовую чувствительность пленок SnO₂ в парах ацетона в воздухе при концентрации ацетона 0.75 mg/m³. Газовая чувствительность пленок γ оценивается по относительному изменению поверхностного сопротивления пленок $\gamma = ((R - R_0)/R_0) \cdot 100\%$, где R — поверхностное сопротивление пленки в присутствии газа, а R_0 — поверхностное сопротивление пленки на воздухе.

Из таблицы следует, что в результате лазерной обработки чувствительность пленок к парам ацетона возрастает соответственно при обработке с плотностью 1.5 J/cm² в 1.5 раза, 3 J/cm² в 2 раза, 4.6 J/cm² в 3.3 раза. При этом видимых изменений состояния пленки не происходит. С увеличением плотности энергии излучения до 6 J/cm² наблюдается частичное отслаивание пленки от подложки, а при $E = 11$ J/cm² ее полное испарение.

На рис. 1 приведены статические характеристики исследуемых пленок SnO₂ к парам ацетона, которые представляют собой зависимость газовой чувствительности от концентрации определяемого газа.

Из полученных результатов следует, что лазерная обработка повышает чувствительность пленки SnO₂ к парам ацетона в широком диапазоне концентраций контролируемого газа.

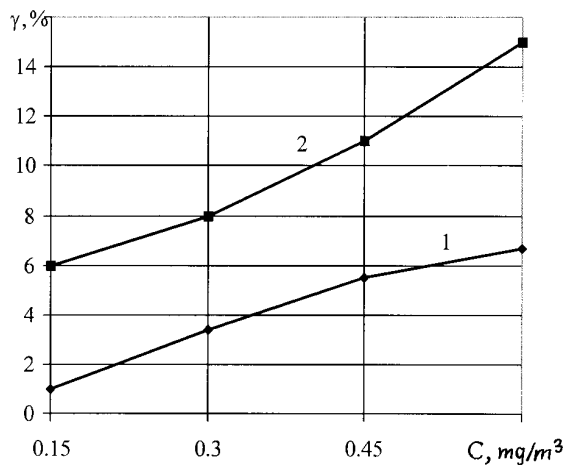


Рис. 1. Статические характеристики пленок SnO₂ к парам ацетона до лазерного отжига (1), после лазерного отжига с $E = 4.6 \text{ J/cm}^2$ (2).

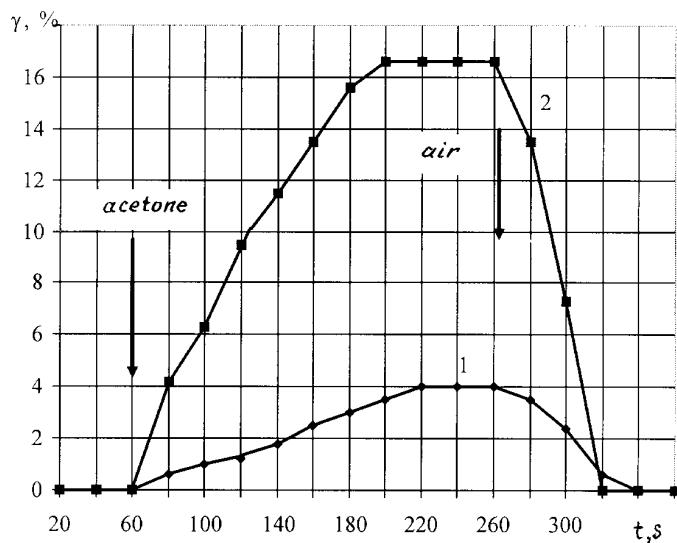


Рис. 2. Динамические характеристики пленок SnO₂ при концентрации паров ацетона 0.75 mg/m^3 до лазерного отжига (1), после лазерного отжига с $E = 4.6 \text{ J/cm}^2$ (2).

Динамические характеристики пленок, определяющие время установления равновесия в системе при изменении газовой среды, представлены на рис. 2. Стрелки "ацетон" и "воздух" на рис. 2 — напуск и удаление паров ацетона. Исходя из полученных результатов, видно, что пленки, подвергнутые лазерному отжигу, обладают лучшими динамическими свойствами, т. е. время установления равновесия у них около 2 min, в то время как у необработанных — 3 min.

Лазерная обработка может приводить к изменению размеров зерна в пленке и ее фазового состава, изменению плотности встроенного заряда и поверхностных состояний и т.д. Для выяснения механизма влияния лазерного отжига на газовую чувствительность пленок SnO₂ необходимы дополнительные исследования. Однако первые исследования показывают, что лазерная обработка является перспективным методом повышения газочувствительных свойств пленок SnO₂.

Список литературы

- [1] *Gopel W., Shchierbaum K.D.* // Sensor and Actuators. 1995. V. B 26–27. P. 1–12.
- [2] *Бутурлин А.И., Гарбузян Т.А., Голованов Н.А.* // Зарубеж. электрон. техн. 1983. В. 10(269). С. 3–39.
- [3] *Гриневич В.С., Сердюк В.В., Смытына В.А.* // Журн. аналит. химии. 1990. Т. 45. В. 8. С. 1521–1525.