

# КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ

магистрант гр. 50330022 Лоско Е. В.

*Научный руководитель – доцент Гулай А. В.*

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Керамика - это твердые материалы, состоящие из неорганических соединений металлов или металлоидов и неметаллов с ковалентными или ионными связями.

Техническую керамику можно подразделить на 3 группы: оксидную, безоксидную (бескислородную) и металлокерамику (кермиты):

1) *Оксидную керамику* получают из оксидов различных элементов: Al, Mg, циркония, кремния, бериллия и др. Она состоит в основном из кристаллической фазы и пор. Стекловидная фаза появляется только за счет примесей.

2) *Бескислородная (безоксидная) керамика* – это карбиды, нитриды, бориды и т. п. Это тугоплавкие соединения, их огнеупорность достигает 3500 °С. Твердость приближается к твердости алмаза. Они обладают высокой износостойкостью и жаростойкостью.

3) *Керамико-металлические материалы, или керметы*, получают путем перемешивания порошков тугоплавкого керамического соединения и металла. Затем смесь порошков прессуется и спекается. Металл играет роль связки; он повышает пластичность и вязкость. При этом возрастает и  $\sigma_{изг}$ . В качестве связок используются кобальт, никель, железо, молибден. Керамическая составляющая может быть как оксидной, так и бескислородной.

*Достоинствами керамики* являются:

высокая твердость и износостойкость;

высокие рабочие температуры (до 3500 °С);

высокая коррозионная стойкость в различных средах;

низкая тепло- и электропроводимость: керамические материалы – диэлектрики и теплоизоляторы;

малая плотность, легкие материалы.

*Основной недостаток керамики:*

высокая хрупкость. Ударная вязкость керамики примерно в 40 раз меньше, чем у металлов. Это ограничивает ее применение в технике. Керамика имеет низкую прочность при растяжении и изгибе. Пластически не деформируется.

Многие исследователи сообщили о пористом керамическом датчике для обнаружения утечки углеводородного газа. Они сообщили о важности пористой керамики в качестве материала для датчиков. Выбор подходящего базового керамического материала и последующее изменение формы, размера и пористости пор может помочь в различных приложениях. Однако контроль проницаемости, низкий коэффициент расширения, высокая температура плавления, коррозионная стойкость и индивидуальные электронные свойства являются дополнительными преимуществами. В последнее время датчики используются для контроля утечки нефти, обнаружения горючих газов и углеводородов при высокой влажности и низких температурах.

Керамический газовый сенсор использует в качестве основного материала переходные оксиды металлов ( $ZnO$ ,  $TiO_2$  и  $SnO_2$ ). Принцип действия этих оксидов заключается в обнаружении таких газов, как монооксид углерода он же угарный газ, водород, оксид азота, метан, пропан, углекислый газ и т.д. с изменением электропроводности. Селективные датчики используются в системах сгорания [1, 2, 3].

На рисунке 1 представлена создание многослойной керамической микропластины на основе оксида алюминия для высокотемпературного газового сенсора.

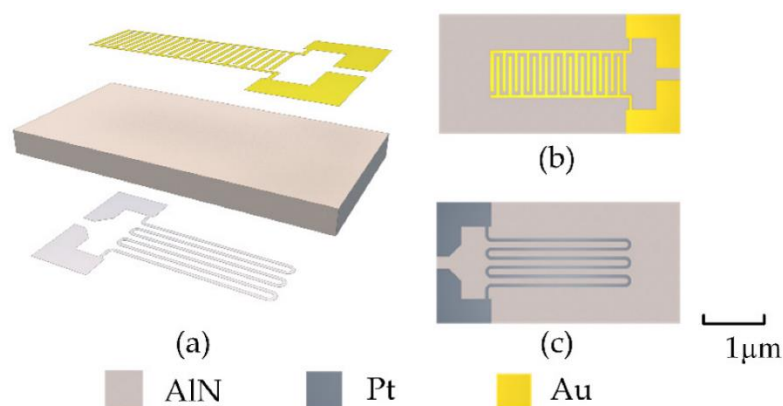


Рисунок 1 – Многослойная керамическая микропластина на основе оксида алюминия для высокотемпературного газового сенсора:

- (a) разложение структуры,
- (b) лицевая сторона
- (c) обратная сторона.

Микрогорячая пластина газового сенсора обычно состоит из подложки, нагревательного резистора и пары межзубных электродов.

На рисунке 2 представлен еще один пример создания газового сенсора.

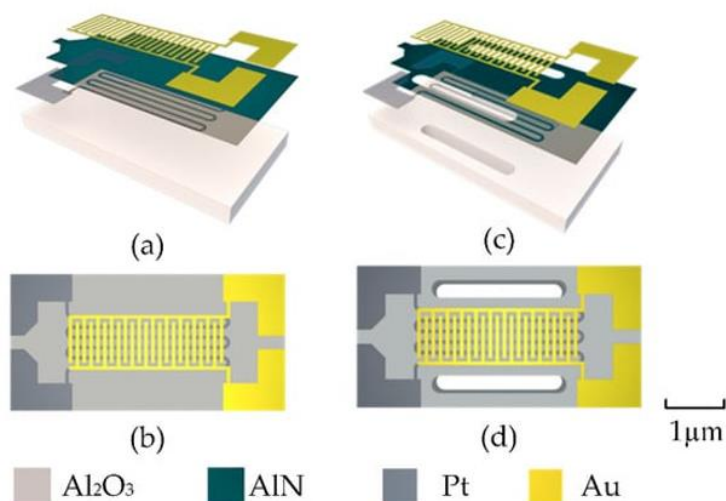


Рисунок 2 – Декомпозиция конструкции, в которой в качестве изолирующего теплопроводящего слоя используется пленка AlN на основе алюмооксидной керамики. (b) Главный вид второй конструкции. (c) Разложение третьей конструкции с добавлением теплоизоляционных отверстий. (d) Главный вид третьей конструкции.

При создании используется трехслойная конструкция типа "сэндвич", как показано на слайде Рисунок (а, б) при этом электроды первоначально располагаются по обе стороны основания с лицевой стороны. Такое расположение приближает нагревательный резистор к межцифровым электродам, что позволяет значительно повысить эффективность нагрева и снизить энергопотребление. Чтобы изолировать межцифровые электроды от нагревательного резистора, можно использовать в качестве разделительного слоя нитрид алюминия, который обладает отличной теплопроводностью. AlN действует как электрический изолятор, проводя тепло от нагревательного резистора к верхним межцифровым электродам. Толщина изолирующего теплопроводного слоя AlN составляет приблизительно 500 нм. Выбор алюмокерамической подложки с хорошей теплоизоляцией снижает потери энергии из-за температурной проводимости к подложке, тем самым снижая энергопотребление датчика [3, 4, 5, 6, 7].

1. N. V. Krishna Prasad, K. Venkata Prasad, S. Ramesh, S. V. Phanidhar, K. Venkata Ratnam, S. Janardhan, H. Manjunatha, M. S. S. R. K. N. Sarma and K. Srinivas. Ceramic Sensors: A mini-review of their applications. Department of Physics, G.S.S., GITAM University, Bengaluru, India
2. Yamazoe, N., and Miura, N. (1994). Environmental gas sensing. *Sensors and Actuators B: Chemical* 20 (2), 95–102. doi:10.1016/0925-4005(93)01183-5
3. Wang, B., Zhu, L. F., Yang, Y. H., Xu, N. S., and Yang, G. W. (2008a). Fabrication of a SnO<sub>2</sub> Nanowire gas sensor and sensor performance for hydrogen. *J. Phys. Chem. C* 112, 6643–6647. doi:10.1021/jp8003147
4. Briand, D.; Colin, S.; Gangadharaiah, A.; Vela, E.; Dubois, P.; Thiery, L.; de Rooij, N.F. Micro-hotplates on Polyimide for Sensors and Actuators. *Sens. Actuators A* 2006, 132, 317–324.
5. Liu, H.; Zhang, L.; Li, K.H.H.; Tan, O.K. Microhotplates for Metal Oxide Semiconductor Gas Sensor Applications—Towards the CMOS-MEMS Monolithic Approach. *Micromachines* 2018, 9, 557.
6. Asri, M.I.A.; Hasan, M.N.; Fuaad, M.R.A.; Yunus, Y.M.; Ali, M.S.M. MEMS Gas Sensors: A Review. *IEEE Sens. J.* 2021, 21, 18381–18397.
7. Dey, A. Semiconductor Metal Oxide Gas Sensors: A Review. *Mater. Sci. Eng. B* 2018, 229, 206–217.