

ТЕНЗОМОДУЛЬ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТЬЮ И ВСТРОЕННЫМ ДАТЧИКОМ ТЕМПЕРАТУРЫ

Басов М.В.¹

¹) Федеральное Государственное Унитарное Предприятие «Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Автоматики им. Н.Л. Духова», г. Москва, Россия
E-mail: engineerbasovm@gmail.com

PRESSURE SENSOR WITH INCREASED MECHANICAL STENGHT AND TEMPERATURE SENSOR

Basov M.V.¹

¹) Dukhov Automatics Research Institute, Moscow, Russia

A pressure sensor with improved characteristics is presented. A temperature sensor has been developed in the form of a Schottky diode and located in a single package with pressure sensor. The assembly structure of pressure sensor uses mechanical stops to increase the mechanical strength.

Разработан тензомодуль датчика давления (ДД), в состав которого входят одновременно два преобразователя физических величин (рис. 1). Основным элементом тензомодуля ДД является кремниевый преобразователь давления (ПД) в виде микроэлектромеханической системы, функционирующей на основе тензорезистивного эффекта. Одним из преимуществ разработки является увеличение момента давления-разрушения ПД за счет использования защитного механизма в сборочной конструкции ПД. В работе рассматриваются 3 вида тензомодулей ДД для различных диапазонов дифференциального и избыточного давления до 25, 60 и 160 кПа. Вторым элементом в составе тензомодулей ДД является кремниевый преобразователь температуры (ПТ) необходимый, как для непосредственного измерения температуры внутри объема корпуса тензомодуля ДД, так и для прецизионной корреляции температурных коэффициентов нулевого сигнала и чувствительности для ПД с помощью внешней схемы обработки сигнала ДД.

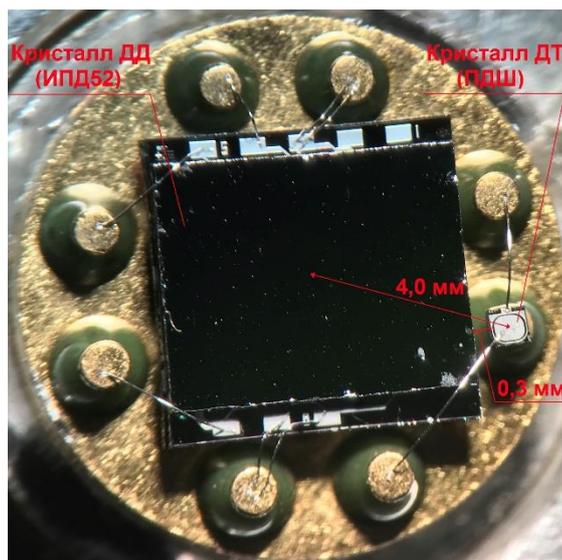


Рис. 1. Тензомодуль ДД с повышенной механической прочностью и встроенным ПТ (вид сверху).

ПТ имеет объем равный $0,8 \times 0,8 \times 0,4 \text{ мм}^3$, что позволяет располагать элемент непосредственно вблизи от ПД (менее 1,5 мм между гранями ПД и ПТ). ПТ представлен в виде планарного диода Шоттки (ПДШ). ПТ на основе барьера Шоттки позволяет осуществлять меньшее энергопотребление для внешней схемы обработки сигнала ДД в отличие от классических используемых структур ПТ на основе р-п перехода. Прямое падение напряжения ПДШ составляет $U_{\text{пр.ПДШ}} = 0,18 \dots 0,22 \text{ мВ}$ при $I_{\text{пр.ПДШ}} = 1,0 \text{ мА}$ (или, соответственно, $W_{\text{ПДШ}} = 0,18 \dots 0,22 \text{ мВт}$), высокий температурный коэффициент $TK_{\text{ПДШ}} = -1,60 \dots -1,68 \text{ мВ/}^\circ\text{C}$ (погрешность $dTK < 0,7 \%$) для диапазона $T = -65 \dots +115 \text{ }^\circ\text{C}$ и высокое пробивное напряжение на обратной ветви вольт-амперных характеристик $U_{\text{проб.ПДШ}} > 85 \text{ В}$ (к примеру, $I_{\text{ут}} < 10 \text{ мкА}$ при $U_{\text{обр}} = 40 \text{ В}$) [1,2]. Проведены исследования о разнице работ между аналогами ПД, расположенными удаленно на внешней схеме обработки сигнала ДД, ПТ в виде ПДШ и ПД в окончательной сборке ДД.

Для увеличения показателей момента давления-разрушения ДД при воздействии перегрузочного давления в сборочной конструкции ПД были использованы дополнительные элементы в виде механических упоров с двух сторон от ПД [3-5]. Свободный изгиб мембраны ПД до соприкосновения с упорами происходит при подаче номинальных диапазонов давления с любой из двух сторон от элемента благодаря корректному сочетанию конструкторско-технологических особенностей построения сборочной конструкции ПД. Использование данной конструкции позволяет увеличить границу момента для давления-разрушения от 3 до 5 раз в зависимости от модификации тензомодулей ДД за счет фиксации критического изгиба мембраны на упоре.

В настоящий момент усовершенствованные модификации тензомодулей ДД проходят предварительные испытания в составе полной сборки ДД, по

результатам которых будет оценена потенциальная возможность серийного производства данного продукта в ФГУП «ВНИИА»

Исследования проведены при поддержке ФГУП «Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Автоматики им. Н.Л. Духова».

1. G. Perez, G. Chicot, Y. Avenas, P. Lefranc, P.-O. Jeannin, D. Eon, N. Rouger, “Integrated temperature sensor with diamond Schottky diodes using a thermosensitive parameter”, *Diamond and Related Materials*, Vol. 78 (2017) pp. 83-87.
2. M. Basov, “Schottky diode temperature sensor for pressure sensor,” *Sensors and Actuators A: Physical*, vol. 331, 112930, 2021.
3. M. Basov and D. Prigodskiy, “Investigation of High Sensitivity Piezoresistive Pressure Sensors at Ultra-Low Differential Pressures,” *Sensors Journal*, vol. 20, pp. 7646-7652, 2020.
4. N. Xu, D. Lu, L. Zhao, Z. Jiang, H. Wang, X. Guo, Z. Li, X. Zhou, and Y. Zhao, “Application and Optimization of Stiffness Abruption Structures for Pressure Sensors with High Sensitivity and Anti-Overload Ability,” *Sensors*, vol. 17, 1965, 2016.
5. M. Basov and D. Prigodskiy, “Development of High-Sensitivity Piezoresistive Pressure Sensors for -0.5...+0.5 kPa,” *Journal of Micromechanics and Microengineering*, vol. 30, 105006, 2020.