

Микроболометры на основе пленок аморфного кремния и оксида ванадия

Н. С. Ган, К. В. Корсак, Ч. В. Чиеу, И. Ю. Ловшенко

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

В работе приведен анализ посредством компьютерного моделирования эксплуатационных характеристик интегральных неохлаждаемых тепловых детекторов болометрического типа на основе термочувствительных пленок аморфного кремния и оксида ванадия VOx.

Ключевые слова: интегральный неохлаждаемый тепловой детектор, болометр, моделирование.

Для обеспечения высокого поглощения излучения неохлаждаемые тепловые детекторы болометрического типа (микроболометры) включают в свой состав структуры с оптическим резонатором (резонатором Фабри-Перо), которые оптимизированы для заданной длины волны. Наиболее часто используемая конструкция оптического резонатора, в которой инфракрасное зеркало (обычно алюминиевое) размещается на поверхности подложки (ROIC), а мембрана микроболометра с зеркальной поверхностью размещается на расстоянии d , равном $\lambda/4$. Таким образом, большая часть падающего инфракрасного излучения на определенной длине волны λ поглощается мембраной болометра [1]. Для диапазона длин волн от 8 до 14 мкм расстояние d составляет от 2 до 2,5 мкм [1, 2]. Наиболее распространенными являются микроболометры на основе термочувствительных пленок аморфного кремния (α -Si) и оксида ванадия VOx. Пиксель такого микроболометра (рисунок 1 и 2) разделен на две части: кремниевую считывающую интегральную схему в нижней части и подвесную мембрану в верхней части.

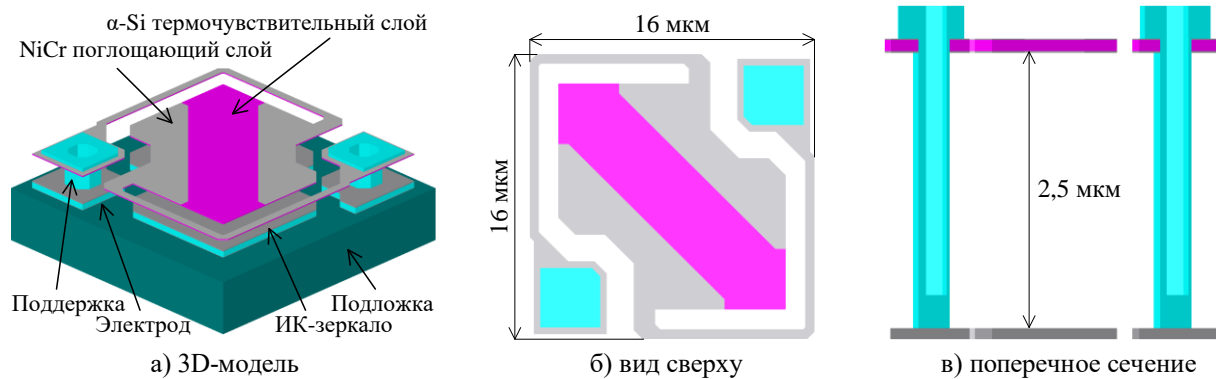


Рис. 1. Структура пикселя микроболометра на основе α -Si

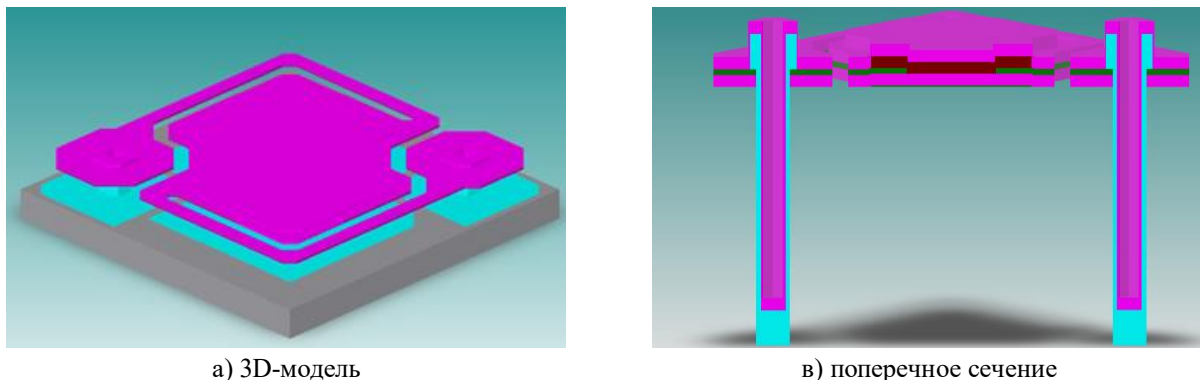


Рис. 2. Структура пикселя микроболометра на основе VOx

Микроболометр состоит из термочувствительного слоя, встроенного в мембрану, которая поддерживается двумя ножками, закрепленными на кремниевой подложке. Мембрана формируется на жертвенном слое, который удаляется на последнем этапе. Расстояние между подложкой и мембраной составляет 2,5 мкм. Активная область датчика состоит из поглощающего слоя (NiCr) и термочувствительного слоя (α -Si). Рассматриваемая структура имеет шаг пикселя 16 мкм, ширину опорных ножек NiCr 1 мкм, толщину пленки α -Si и NiCr 0,1 мкм и 15 нм соответственно. Активная площадь пикселя 197 мкм². Микроболометр на основе VOx отличается от рассмотренного ранее конфигурацией и толщинами слоев (нижний слой NiCr (толщина 10 нм), нижний Si₃N₄ (100 нм), верхний слой NiCr (50 нм), VOx (100 нм), верхний Si₃N₄ (100 нм)), а также расстоянием между ножками и активной мембраной.

В таблице 1 приведены основные эксплуатационные характеристики рассматриваемых структур микроболометров.

Таблица 1. Эксплуатационные характеристики микроболометров

Характеристика	Термочувствительный слой	
	α -Si	VO _x
Теплопроводность G , Вт/К	$9,84 \cdot 10^{-8}$	$9,45 \cdot 10^{-8}$
Постоянная времени τ , с	$0,38 \cdot 10^{-3}$	$1,78 \cdot 10^{-3}$
Теплоемкость C , Дж/К	$3,74 \cdot 10^{-11}$	$20,5 \cdot 10^{-11}$
Сопротивление R (при 300 К), МОм	9,11	4,35
Температурный коэффициент сопротивления (ТКС), 1/К	-0,028	-0,025
Максимальное отклонение (при 300 К), мкм	0,003	0,119
Коэффициент заполнения β	0,77	0,67
Чувствительность R_v , В/Вт	$2,33 \cdot 10^6$	$7,97 \cdot 10^5$

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что структура пикселя на основе аморфного кремния обладает лучшими характеристиками.

Благодарность

Исследования выполнены при финансовой поддержке и в рамках решения задач задания 3.3 ГПНИ «Фотоника и электроника для инноваций», 2021–2025 гг.

Список источников

- [1] **Mottin, E.** Uncooled Amorphous Silicon Technology Enhancement for 25 μ m Pixel Pitch Achievement / Bain A., Martin J. L., Ouvrier-Buffet J. L., Bisotto S., Yon J. J., Tissot J. L. // Proc. SPIE. 4820. — 2003. — P. 200–207.
- [2] **Murphy, D.** Performance Improvements for VOx Microbolometer FPAs. / Ray M., Wyles J., Asbrock J., Hewitt C., Wyles R., Gordon E., Sessler T., Kennedy A., Baur S., Van Lue D // Proc. SPIE. 5406. — 2004. — P. 531–540.

Microbolometers based on films of amorphous silicon and vanadium oxide

N. S. Gan, K. V. Korsak, T. V. Trieu, I. Yu. Lovshenko

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Annotation

The article presents an analysis using computer simulation of the operational characteristics of integral uncooled thermal detectors of bolometric type based on thermosensitive films of amorphous silicon and vanadium oxide VOx.

Keywords: integral uncooled thermal detector, bolometer, modeling.