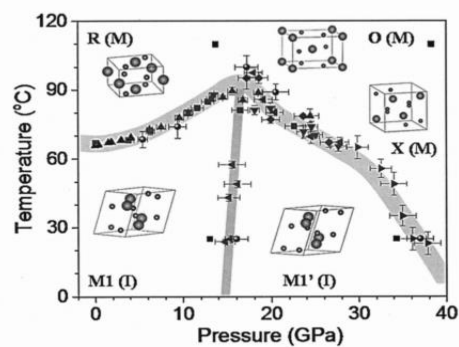
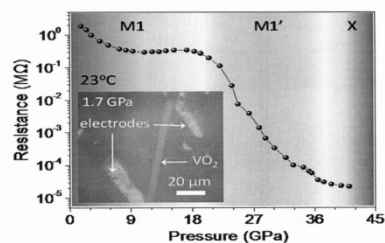
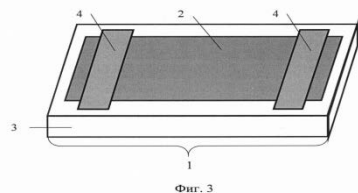




Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО



Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования
«Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского»

295007 Республика Крым, г. Симферополь,
проспект Академика Вернадского, 4

*Отдел интеллектуальной
собственности*

Отдел интеллектуальной собственности

Начальник отдела:
Бондаренко Даниил Владимирович
Тел. раб. +7(3652)51 08 69
Тел. моб. +7(978) 618 63 17
[E-mail:work.daniil@mail.ru](mailto:work.daniil@mail.ru)

г. Симферополь, ул. Ялтинская, 20, каб. 308

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА № 2

2025 г.

Патент на полезную модель № 238636

Авторы:
Сыров Анатолий Андреевич,
Томилина Ольга Андреевна,
Кудряшов Александр Леонидович,
Томилин Сергей Владимирович

Датчик давления на основе плёнки диоксида
Полезная модель относится к области сенсорных технологий и, в частности, к датчикам давления, работающим на основе тензoeлектрических материалов, включая диоксид ванадия VO₂, в котором электрические характеристики изменяются при соответствующем изменении давления. В заявляемой полезной модели используют тонкопленочную систему на основе чувствительного слоя диоксида ванадия VO₂, в котором фазовый переход сопровождается изменением электропроводности на 3-4 порядков величины. Фазовая диаграмма диоксида ванадия (Фиг. 1) иллюстрирует различные состояния вещества в зависимости от температуры и давления [Chen Y. et al. Pressure-Temperature Phase Diagram of Vanadium Dioxide // Nano Lett. 2017. V. 17. P. 2512-2516. DOI: 10.1021/acs.nanolett.7b00233].

На фазовой диаграмме можно выделить пять областей с разным фазовым состоянием диоксида ванадия. Две полупроводниковые низкопроводящие изоструктурные фазы M1(I) и M1'(I) реализуются при малых температурах, но при разном давлении, три высокопроводящие фазы образуются в результате фазового перехода «полупроводник-металл», который приводит к изменению кристаллографической сингонии с моноклинной на тетрагональную. В основу полезной модели поставлена задача повышения чувствительности датчика, точности и расширения диапазона измерения давления за счет применения тензочувствительного элемента в виде тонкой поликристаллической пленки из диоксида ванадия.

Поставленная задача решается тем, что датчик давления на основе пленки диоксида ванадия выполнен в виде тонкопленочной структуры (толщиной от 100 до 200 нм), которая состоит из чувствительного слоя диоксида ванадия, нанесенного на диэлектрическую подложку из монокристаллического Al₂O₃ со структурой сапфира, что обеспечивает его стабильность и защиту от внешних факторов. На одной поверхности пленки выполнены токопроводящие металлические контактные площадки, которые предназначены для подключения датчика к измерительным приборам. Техническим результатом заявляемой полезной модели является высокая чувствительность и точность измерений давления, в результате резкого изменения проводимости чувствительного тонкопленочного элемента из диоксида ванадия при фазовом переходе из полупроводниковой фазы в металлическую. Использование функционального слоя из диоксида ванадия

позволяет обеспечивать быстрое время отклика, что особенно важно для динамических процессов, а также позволяет интегрировать в современные системы мониторинга и управления. В результате чего достигается улучшение эксплуатационных характеристик датчиков и расширение их области применения в различных отраслях. Полезная модель поясняется фигурами, где:

Фиг. 1 - фазовая диаграмма состояния диоксида ванадия при различных температуре и давлении.

Фиг. 2 - изотермическая зависимость (при температуре 23°C) электросопротивления тонкой пленки диоксида ванадия от приложенного давления.

Фиг. 3 - схема датчика давления. Датчик давления на основе пленки диоксида ванадия работает следующим образом. Датчик (1) помещается в среду (жидкую, или газообразную), давление которой нужно измерять, либо прижимается к среде чувствительным слоем диоксида ванадия (2), при этом сапфировая подложка (3) выступает в качестве части стенки сосуда, в котором содержится среда. Сопротивление (или электропроводность) чувствительного слоя диоксида ванадия VO₂ (2) измеряется двухконтактным методом через контакты (4). Требования к системе измерения сопротивления (электропроводности) чувствительного слоя диоксида ванадия VO₂ (2) заключаются в измерительном диапазоне, который должен составлять не менее 5 порядков измеряемой величины. При комнатной температуре (23°C) давление среды определяется на основании измеренного сопротивления пленки VO₂ (2) в соответствии с калибровочной кривой, представленной на Фиг. 2, при иной температуре датчик требует дополнительной калибровки, при этом датчик не может работать при температурах выше точки фазового перехода, то есть более 68°C.

Данный датчик давления на основе пленки диоксида ванадия имеет ряд преимуществ:

- высокая чувствительность к изменениям давления из-за резкого изменения электрических свойств диоксида ванадия при его фазовом переходе, что позволяет использовать его в различных сенсорных приложениях;
- широкий рабочий диапазон давлений, особенно в области высоких давлений, что делает их универсальными для применения в различных областях;
- интеграция, поскольку заявляемую модель можно легко интегрировать в существующие системы и устройства;
- немедленный отклик при изменении давления благодаря быстрому изменению электрических свойств диоксида ванадия;
- энергетическая эффективность, поскольку такие датчики часто

требуют низкого энергопотребления, что позволяет использовать их в портативных и автономных устройствах.

- перспективность для инновационных технологий, что может найти применение в различных областях, включая как промышленную, так и медицинскую диагностику, а также детектирование и мониторинг окружающей среды.

Формула полезной модели

1. Датчик давления на основе плёнки диоксида ванадия, включающий диэлектрическую подложку с нанесенным тензочувствительным слоем в виде поликристаллической плёнки и токопроводящие контакты, отличающийся тем, что диэлектрическая подложка выполнена из монокристаллического материала, а в качестве тензочувствительного слоя используется поликристаллическая плёнка из диоксида ванадия, на внешней поверхности которой напылены токопроводящие контакты в виде металлических площадок, которые предназначены для подключения датчика к измерительным приборам.
2. Датчик давления по п. 1, отличающийся тем, что токопроводящие контакты выполнены прижимными к слою диоксида ванадия.