



# НАПЫЛЕНИЕ ОКСИДА ВАНАДИЯ С ВЫСОКИМ ТЕМПЕРАТУРНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ СОПРОТИВЛЕНИЯ

## MAGNETRON SPUTTERING DEPOSITION OF VANADIUM OXIDE WITH HIGH TCR

УДК 535.231.6

ЕРАСТОВ Д. А.

ERASTOV D. A.

ЖУКОВА СВЕТЛАНА АЛЕКСАНДРОВНА

ZHUKOVA SVETLANA A.

ДЕМИН СЕРГЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ

DEMIN SERGEI A.

ТУРКОВ ВЛАДИМИР ЕВГЕНЬЕВИЧ

TURKOV VLADIMIR E.

УЛЬЯНОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

ULYANOV SERGEI A.

ТРОШИН БОГДАН ВАСИЛЬЕВИЧ

TROSHIN BOGDAN V.

ИВАНОВ СЕРГЕЙ ЮРЬЕВИЧ

IVANOV SERGEI YU.

ШУМИЛИН А. О.

SHUMILIN A. O.

Государственный научный центр Российской Федерации  
«Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Центральный научно-исследовательский институт химии  
и механики», г. Москва

FSUE "СНИИИМ"

В настоящем докладе сообщается о результатах разработок прибора для измерения сопротивления в процессе осаждения пленок оксида ванадия ( $VO_x$ ), использующихся в качестве терморезистивных слоев микроболометрических матриц, полученных на кремниевых и поликорковых подложках. Покрываются методом реактивного магнетронного распыления. Разработан прибор, способный передавать данные сопротивления пленок  $VO_x$  во время процесса их формирования, в результате чего существенно улучшается воспроизводимость получения слоев  $VO_x$  с заданными параметрами сопротивления и толщины, а также структуры, соответствующей наибольшему значению температурного коэффициента сопротивления.

*Ключевые слова:* магнетронное распыление; ИК-детекторы; оксид ванадия ( $VO_x$ ); реактивное магнетронное распыление; терморезистивный слой; микроболометрическая матрица.

The report presents the results of researches on deposition of thin films of vanadium oxide ( $VO_x$ ), received on silicon and alumina substrates by magnetron sputtering. The developed device is able to transfer the resistance of thin films of vanadium oxide ( $VO_x$ ) during the process of deposition.

*Keywords:* reactive magnetron sputtering; uncooled infrared image sensor; vanadium oxide ( $VO_x$ ).

В настоящее время отмечается существенный прогресс в развитии инфракрасных изображающих систем различного назначения на основе неохлаждаемых микроболометрических матриц (МБМ). В качестве термочувствительного слоя МБМ широко используют пленки оксидов ванадия смешанного состава ( $VO_x$ ). Тонкие пленки  $VO_x$  (толщиной 0,1–0,2 мкм) при комнатной температуре имеют сопротивление, удобное для согласования МБМ со считывающей электроникой. В ходе работы при реактивном магнетронном распылении выявлено, что от процесса к процессу с одинаковыми условиями нанесения сопротивление пленок  $VO_x$  отличалось до 100 кОм/квадрат. Большой разброс сопротивления пленок привел к реализации метода реактивного магнетронного распыления мишени с контролем сопротивления в процессе осаждения [1–5].

В данной работе контроль сопротивления пленки  $VO_x$  осуществляли на поликорковой подложке с диэлектрическим слоем и металлическими полосками для пайки выводов. Данные передавались прибором на внешнее устройство (ноутбук) в режиме реального времени, что, в свою очередь, позволило изменять параметры процесса в работе и тем самым достигать заданной толщины и сопротивления тонких пленок  $VO_x$ . Технологический процесс измерения в процессе формирования тонких пленок  $VO_x$  схематически представлен на рис. 1 и построен на измерении падения напряжения на измеряемом сопротивлении и на образцовом резисторе.

Сигнал с измерительной схемы поступает на аналого-цифровой преобразователь (АЦП), схематически представленный на рис. 2. Для обработки сигнала был написан код с помощью

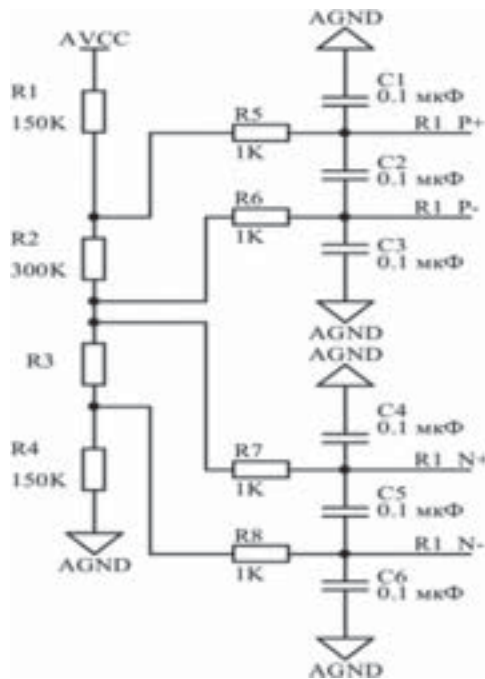


Рис. 1. Принципиальная измерительная схема

программных инструментов, предоставляемых производителем модуля ESP8266, схематически представленного на рис. 3. Модуль запрашивает данные из АЦП по SPI-шине и далее отправляет их на персональный компьютер. Время задержки передаваемого сигнала составляло не более двух секунд.

Таким образом, был разработан метод реактивного магнетронного распыления оксида ванадия с контролем текущего сопротивления пленки в процессе осаждения, который существенно облегчает задачи по стабильному формированию пленок  $VO_x$  и позволяет обеспечить воспроизводимость процессов с заданными параметрами сопротивления и толщины. Указанный метод был использован для формирования терморезистивных слоев при изготовлении микроболометрических матриц для диапазона 8–14 мкм. Температурный коэффициент сопротивления пленок  $VO_x$  при этом составлял  $0,022-0,024 \text{ град}^{-1}$ .

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Зеров В. Ю., Куликов Ю. В., Малайров В. Г. и др. Пленки  $VO_x$  с улучшенными болометрическими характеристиками для ИК-матриц // Журнал технической физики. — 2001. — Вып. 9. — Т. 27. — С. 57–63.
2. Кикалов Д. О., Малиненко В. П., Пергамент А. Л., Стефанович В. Г. Оптические свойства тонких пленок аморфных оксидов ванадия // ФТТ, 1999. — Т. 28. — № 8. — С. 1643–1649.

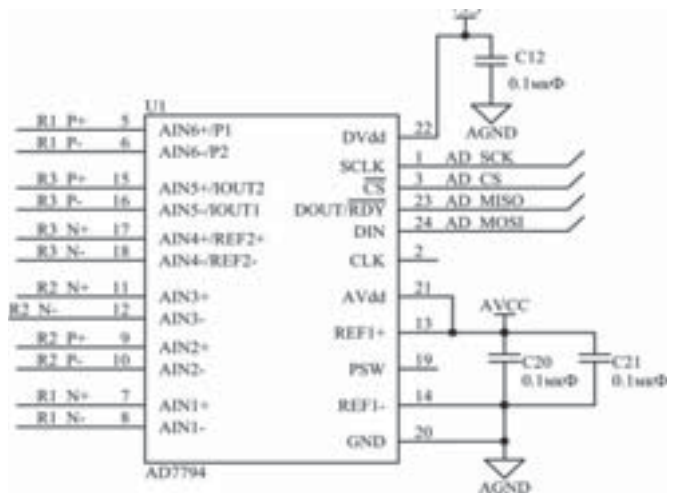


Рис. 2. Принципиальная схема подключения измерительной схемы к АЦП

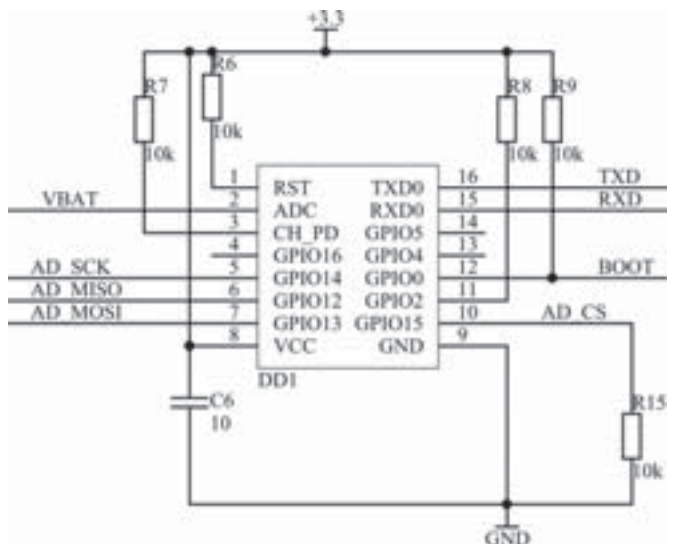


Рис. 3. Принципиальная схема модуля ESP8266

3. Стефанович В. Г. Фазовый переход металл-полупроводник в структурно разупорядоченной двуокиси ванадия // Дис. на соиск. степени канд. физ.-мат. наук. Петрозаводск, 1986. — 185 с.
4. Рогальский А. ИК-детекторы: пер. с английского // Под ред. А. В. Войцеховского. Новосибирск: Наука, 2003.
5. Бугаев А. А., Захарченя Б. П., Чудновский Ф. А. Фазовый переход металл-полупроводник и его применение // Л.: Наука, 1979. — 183 с.