

06

Спектрально-чувствительные МОП-фотоварикапы на основе кристаллов CdZnTe и CdS

© Ю.А. Загоруйко, В.А. Христьян, П.В. Матейченко

Институт монокристаллов НТК „Институт монокристаллов“ НАНУ,
Харьков, Украина
E-mail: zagoruiko@isc.kharkov.ua

Поступило в Редакцию 22 июня 2009 г.

МОП-гетероструктуры на основе кристаллических подложек из CdS и CdZnTe получены методом фототермического окисления образцов в кислородсодержащей атмосфере. При этом были определены режимы проведения фотоокислительных отжигов подложек из CdS, обеспечивающие получение пленок CdO с различными электрическими характеристиками. Установлено, что полученные МОП-структуры имеют высокий коэффициент перекрытия емкости по свету. Впервые определены спектральные зависимости изменения емкости таких МОП-фотоварикапов. Показана возможность значительного изменения максимума спектральной чувствительности емкости фотоварикапов путем легирования исходного полупроводникового кристалла электрически активными примесями.

Ранее [1] нами была показана возможность формирования текстурированных CdO-покрытий на поверхности ориентированных кристаллических образцов CdS при помощи метода фототермического окисления [2]. Установлено [1,3], что в зависимости от интенсивности УФ-излучения, которым облучались кристаллические подложки CdS в процессе фототермического окисления (ФТО), можно получать как проводящие, так и диэлектрические пленки CdO. Это позволяет создавать в интегральном исполнении фоточувствительные гетероструктуры CdO–CdS, в частности фотоварикапы [4].

В развитие [1–4] целью данной работы было получение и исследование фотоэлектрических свойств МОП-фотоварикапов, изготовленных на основе кристаллов CdS и CdZnTe. В качестве исходных подложек использованы монокристаллические пластины *n*-CdS размером $5 \times 5 \times 10$ mm, имеющие как низкое, так и высокое удельное электри-

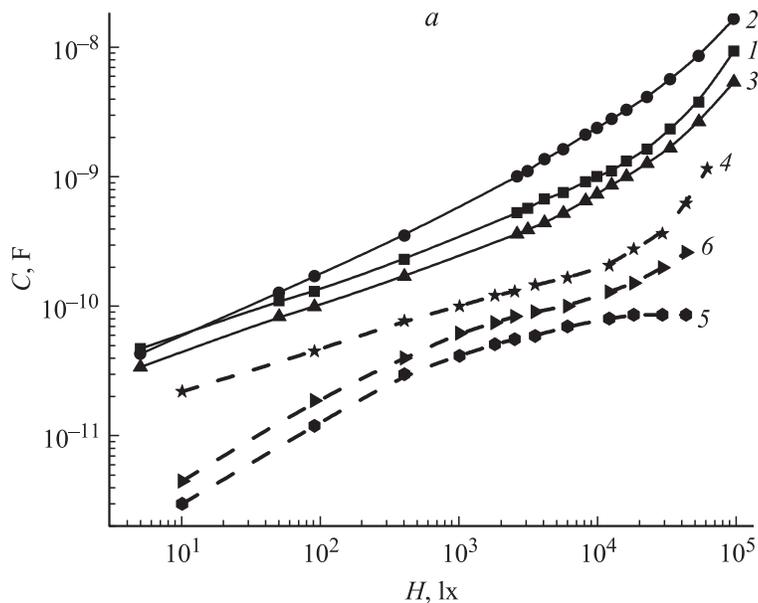


Рис. 1. *a* — зависимость емкости МОП-структур, полученных на основе кристаллических подложек из CdS (1–3) и CdZnTe (4–6), от освещенности белым светом; *b* — зависимость коэффициента перекрытия по емкости МОП-структур, полученных на основе кристаллических подложек из CdS (1–3) и CdZnTe (4–6), от освещенности белым светом. Исходные подложки: 1 — CdS:Cu (10^{-3} wt.%); 2 — CdS:Cu (10^{-2} wt.%); 3 — CdS:Ag (10^{-2} wt.%); 4 — $\text{Cd}_{0.90}\text{Zn}_{0.10}\text{Te}_{1.00}$; 5 — $\text{Cd}_{0.83}\text{Zn}_{0.17}\text{Te}_{1.00}$; 6 — $\text{Cd}_{0.91}\text{Zn}_{0.11}\text{Te}_{0.98}$.

ческое сопротивление (0.01 – 1.0 и 10^8 – 10^{10} $\Omega \cdot \text{cm}$ соответственно), а также монокристаллические пластины CdZnTe размером $5 \times 5 \times 4$ mm *n*- и *p*-типа проводимости с удельным электрическим сопротивлением 10^6 – 10^{10} $\Omega \cdot \text{cm}$. Оксидные пленки на таких подложках получали методом фототермического окисления их поверхности в воздушной атмосфере в интервале температур от 373 до 763 К при продолжительности процесса ФТО от $1.8 \cdot 10^2$ до $7.2 \cdot 10^3$ s. В качестве источников оптического излучения с длинами волн от 0.24 до 0.40 μm применяли ртутные лампы ДРТ-1000, интенсивность оптического излучения на поверхности подложек при проведении ФТО составляла $(4.0$ – $5.5) \cdot 10^3$ W/m^2 . Приме-

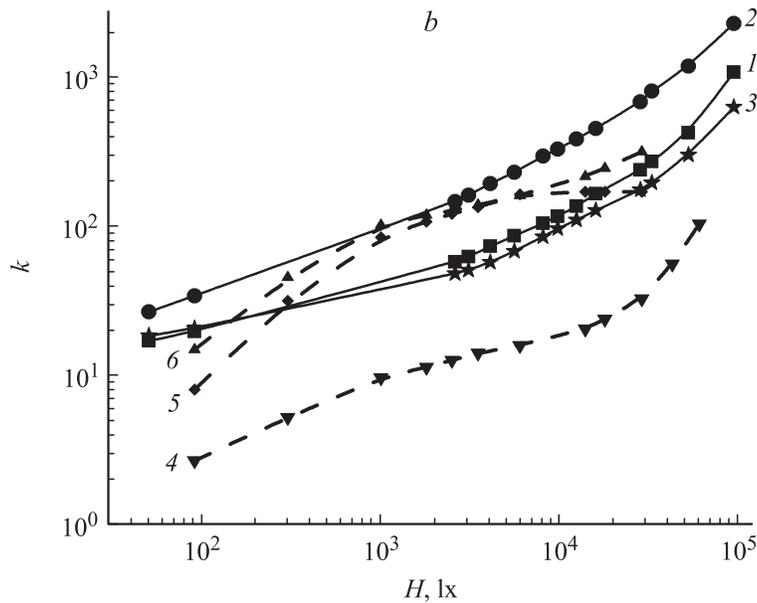


Рис. 1 (продолжение).

нение такой высокой интенсивности УФ-излучения обеспечивает получение на поверхности подложки фоточувствительных текстурированных оксидных пленок с высоким (более $1 \cdot 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ при 300 К) удельным электрическим сопротивлением [1]. На оксидные пленки и подложки n -типа проводимости наносили омические контакты из In–Ga пасты; на CdZnTe-подложки p -типа проводимости наносили золотые омические контакты. Площадь контактов составляла 6.0 mm^2 .

На приготовленных МОП-структурах исследованы зависимости изменения их емкости (C) и коэффициента перекрытия емкости по свету ($k = C/C_d$, где C_d — темновая емкость фотоварикапа) от освещенности (H) белым светом. Зависимости $C = f(H)$ измеряли при помощи измерителя R, C, L цифрового E7-8 на частоте 1 kHz.

На рис. 1 приведены графики зависимостей $C = f(H)$ и $k = k(H)$ для МОП-структур, полученных на основе кристаллических подложек из CdS и CdZnTe. Из приведенных на рис. 1 графиков следует, что эти

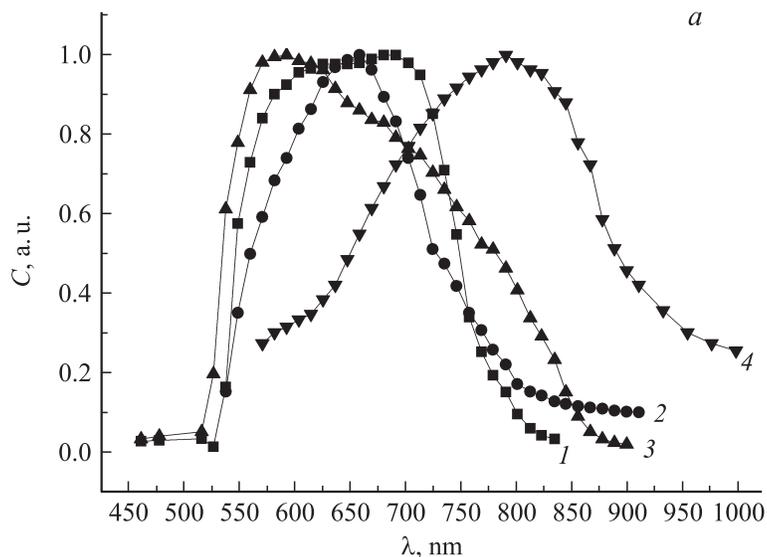


Рис. 2. Спектральные зависимости емкости МОП-фотоварикапов, изготовленных на основе подложек из CdS (*a*) и CdZnTe (*b*). *a* — исходные подложки: 1 — CdS:Cu(10^{-3} wt.%); 2 — CdS:Cu(10^{-2} wt.%); 3 — CdS:Ag (10^{-2} wt.%); 4 — CdS:In (10^{-2} wt.%). *b* — исходные подложки: 1 — Cd_{0.90}Zn_{0.10}Te_{1.00}; 2 — Cd_{0.83}Zn_{0.17}Te_{1.00}; 3 — Cd_{0.91}Zn_{0.11}Te_{0.98}; 4 — Cd_{0.84}Zn_{0.09}Te_{1.07}.

МОП-структуры являются эффективными фотоварикапами. При этом данные фотоварикапы не только обладают высокими коэффициентами перекрытия емкости по свету, но и способны работать в очень широком интервале освещенностей (до 10^5 lx). Необходимо отметить, что в интервале освещенностей до $2 \cdot 10^4$ lx зависимости $k = k(H)$ имеют почти линейный характер.

У лучших In–(оксид Te–Cd)–(*n*)CdZnTe–In-структур величина k находится в пределах $(2-3) \cdot 10^2$ при освещенности до 10^5 lx; у лучших In–CdO–CdS–In-структур коэффициент перекрытия емкости по свету при такой освещенности достигает величины $(1-2) \cdot 10^3$ (рис. 1, *b*). Таким образом, коэффициенты перекрытия емкости по свету исследуемых МОП-фотоварикапов более чем на порядок превосходят аналогичную характеристику известных МОП-фотоварикапов, выполненных на осно-

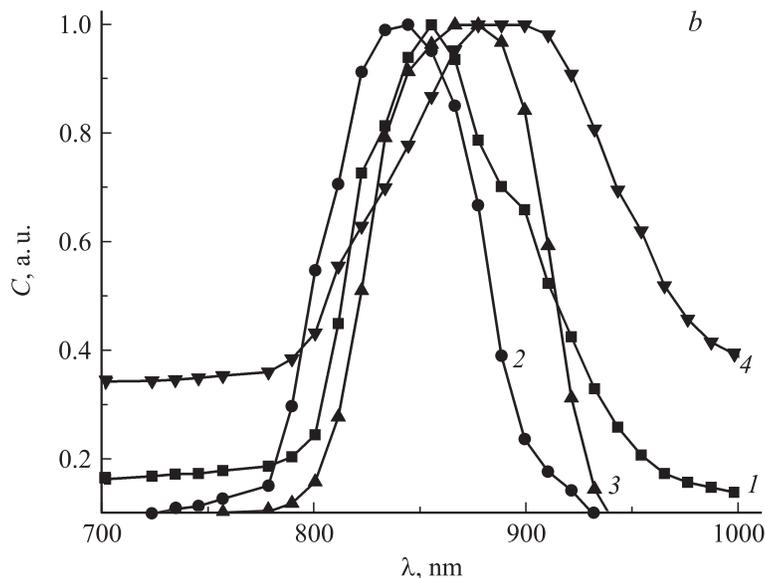


Рис. 2 (продолжение).

ве кремниевых подложек [5–7], а также (как показали предварительные данные) превосходят их по температурной стабильности.

Спектральные зависимости емкости фотоварикапов измеряли при помощи монохроматора МДР-4. На рис. 2 приведены спектральные характеристики величины C для ряда МОП-фотоварикапов, изготовленных на основе кристаллических подложек из CdS (рис. 2, *a*) и CdZnTe (рис. 2, *b*). Исходные подложки CdS отличались уровнем предварительного легирования электрически активными примесями (In, Ga, Ag, Cu). Исходные подложки CdZnTe отличались стехиометрическим составом, который определяли методом электронно-зондового микроанализа на сканирующем электронном микроскопе JSM-820 с системой рентгеновского микроанализа Link AN10.000 методом ZAF-коррекции.

Из приведенных на рис. 2 графиков следует, что фотоварикапы обладают хорошо выраженной спектральной чувствительностью, максимумы которой находятся в интервалах: 1) 550–850 nm для In–CdO–CdS–In-варикапов и 2) 800–950 nm для In–(оксид Te–Cd)–(n)CdZnTe–In-варикапов.

Таким образом, установлено, что изготовленные в интегральном исполнении на основе кристаллических подложек из CdS и CdZnTe МОП-структуры имеют высокий коэффициент перекрытия емкости по свету. Впервые определены спектральные зависимости изменения емкости таких МОП-фотоварикапов. Показана возможность значительного изменения максимума спектральной чувствительности емкости фотоварикапов путем легирования исходного полупроводникового кристалла электрически активными примесями.

Список литературы

- [1] *Загоруйко Ю.А., Коваленко Н.О., Федоренко О.А., Федоров А.Г., Матейченко П.В.* // Письма в ЖТФ. 2007. Т. 33. В. 4. С. 51–57.
- [2] *Zagoruiko Yu.A., Fedorenko O.A., Kovalenko N.O., Mateichenko P.V.* // Semiconductor Physics. Quantum & Optoelectronics. 2000. V. 3. N 2. P. 247–250.
- [3] *Загоруйко Ю.А., Коваленко Н.О., Федоренко О.А., Христьян В.А.* Способ получения оксидных пленок, в частности оксида кадмия. Заявка № а200807361 от 28.05.08.
- [4] *Загоруйко Ю.А., Христьян В.А.* Фотоварикап МОП-структуры. Заявка № А200807371 от 28.05.08.
- [5] *Рожков В.А., Трусова А.Ю., Бережной И.Г., Гончаров В.П.* // ЖТФ. 1995. Т. 65. В. 8. С. 183–186.
- [6] *Рожков В.А., Трусова А.Ю.* // Письма в ЖТФ. 1997. Т. 23. В. 12. С. 50–55.
- [7] *Рожков В.А., Гончаров В.П., Трусова А.Ю.* // Письма в ЖТФ. 1995. Т. 21. В. 2. С. 6–10.