

XRD, XPS и SEM изследвания на фоточувствителни слоеве от CdS_xSe_{1-x} , термообработени в среда на Cu, CL, Li

**инж. Петър Христов Шиндов, инж. Даниела Ангелова,
Технически колеж “Джон Атанасов”,
РБългария, 4004 гр. Пловдив, ул. “Братя Бъкстон” 71А**

XRD, XPS and SEM Characterization of Photoconductive CdS_xSe_{1-x} layers treated in Cu, CL, Li

**Eng. Peter Shindov, Eng. Daniela Angelova
Technical College “John Atanasoff”, Br. Bukston Str. 71A,
4004 Plovdiv, BULGARIA**

Abstract

An increase in photosensitivity of thin CdS films by six orders of magnitude has been achieved by their deposition on a cital substrate using vacuum thermal evaporation and heat-treatment at 450°C for 15 min under air in a powder with the composition of 89.28 mass% CdS, 8.93 mass% CdCl₂, and 1.79 mass% CuCl. XPD studies have shown that thermal treatment of a CdS layer in a powder leads to recrystallization of the film, the prevailing structure being hexagonal with a (002) orientation. XPS investigations have established that the increased photosensitivity of the CdS layers is due to a change in their stoichiometry, doping with definite concentrations of Cl⁻ and Cu⁺ and a rise in the concentration of oxygen on their surface in the form of S²⁻ chemically bound to SO₄²⁻ by oxidation. By means of SEM analysis of the CdS layer surfaces it has been found that a change occurs in their microstructure as a result of thermal treatment.

ВЪВЕДЕНИЕ

Кадмиевият сулфид, кадмиевият селенид и тройният разтвор от кадмий – сяра – селен са известни като подходящи материали за оптоелектрониката в частност, в производството на слънчеви фотоелементи, след активиране с примеси Cu, Au, Ag или In [1,2] чрез подходящо дозиране на микропримесите се

постига необходимата подвижност на токоносителите и степента на легиране. Предварителните изследвания [3,4] оказват голяма ефективност при поликристалните слоеве, термообработени в среда от Cu, CL, Li по метода на праховата матрица [5].

Задачата на тази работа е получаване на фоточувствителни слоеве от CdS_xSe_{1-x} чрез вакуумно термично изпарение и легирането им с Cu, CL, Li в прахова матрица, съдържаща компонентите CdS, $CdCL_2$ и CuCl и изследването им чрез XRD, XPS и SEM.

ЕКСПЕРИМЕНТИ

Вакуумното – термично изпарение на CdS_xSe_{1-x} (Merck) е извършено във вакуум 10^{-2} Pa в инсталация В 30.2. Дебелината на слоевете от 5 до 20 микрона. За подложка е използван ситал. Термообработката на слоевете от CdS_xS_{1-x} е извършена при $450^{\circ}C$ в продължение на 30 минути в прахова матрица със състав [10 тегловни единици CdS, 1 тегловна единица $CdCL_2$ и 0,2 тегловни единици CuCL].

XRD, XPS и SEM ИЗМЕРВАНИЯ

X рентгеновите анализи са извършени с DRON - 2, използващ Co анод. XPS изследванията са проведени с Escalab Mk II (Vg Scientific) при налягане 1×10^{-8} Pa. Изследването на повърхността на образците е направено с Phillips SEM 323M.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

XRD ИЗСЛЕДВАНИЯ

На фиг.1 е показана дифрактограмата на нанесен слой от CdS (ном.1) и на термично обработен слой (ном.2). Рентгенограмите на CdS са сравнени с тези на подложка от ситал и на еталонни образци на α CdS (хексагонален) и β CdS (кубичен). Регистрирани са линии, които показват, че преобладаващата ориентация е (002). При термообработката се доказва, че настъпва рекристализация на CdS, която променя ориентацията от кубична в хексагонална.

XPS ИЗСЛЕДВАНИЯ

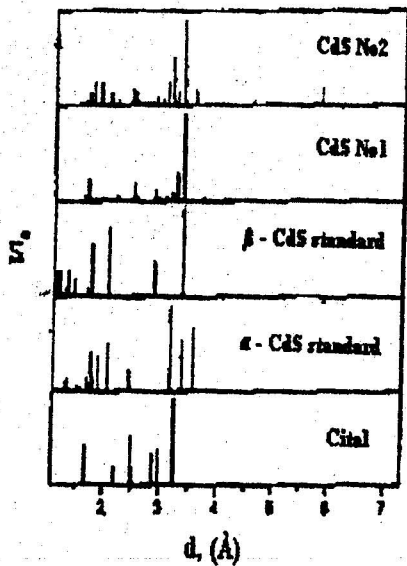
На фигури от 2 до 7 са представени XPS спектрите на слоеве от CdS. На фиг.2 са съпоставени спектрите в интервала на свързваща енергия от 5 до 1105 eV на слоеве от CdS, получени чрез вакуумно – термично изпарение преди (1) и след (2) и след термообработка. На фиг.3 е илюстрирана разликата в местото на Cd 3d . На фиг.4 са съпоставени резултатите за CL 2 P преди (1) и (2) термообработка. В резултат на термообработката се наблюдава повишаване концентрацията на CdCL на повърхността на слоя от CdS. На фиг.5 са представени спектрите на S2P преди (1) и след (2) термообработка. Допълнителният пик се дължи на окисления на сярата под действие на кислорода в праховата матрица. На фиг.6 е представен спектъра на O1s преди (1) и след (2) термична обработка. Прави впечатление нарастването на интензитета след термообработка. Вероятно това се дължи на наличието на сулфати по повърхността. На фиг.7 са спектрите за Cu 2p .В резултат на термообработката Cu с йонен радиус (0,96) замества Cd (0,97)

SEM ИЗСЛЕДВАНИЯ

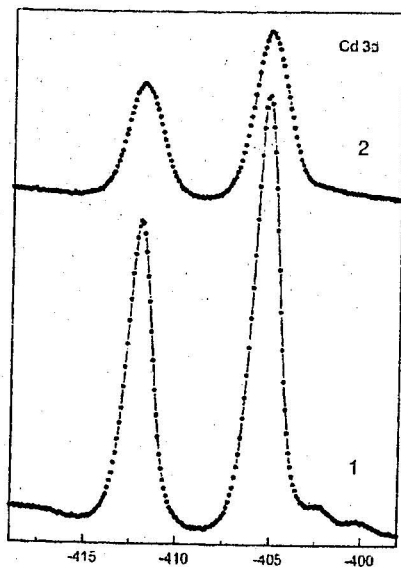
SEM изследванията показват запазване на повърхността от CdS и размерите на поликристалната хексагонална структура.На фиг.8 е снимка с увеличение 2500 пъти , показваща хексагоналната структура на поликристалния слой след термообработка. Големината на поликристалните образувания се запазва и след термообработка.

ИЗВОДИ

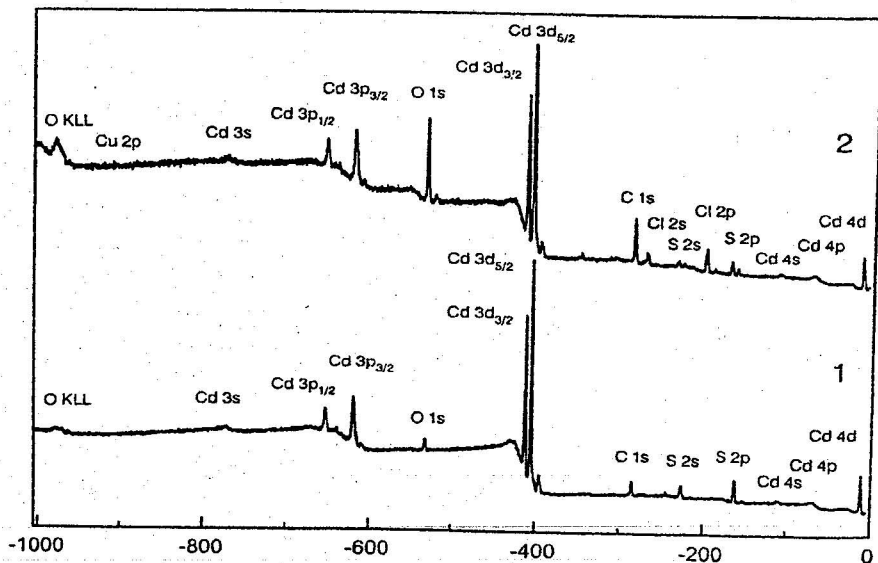
Предложеният метод за термообработка позволява получаване на фоточувствителност от 6 порядъка, като се използва прахова матрица в състав 10 тегловни единици CdS , 1 тегловна единица CdCL₂ и 0,2 тегловни единици CuCL с продължителност на теормообработката 30 минути при 450⁰C. Проведените изследвания потвърждават тезата , че термообработката в прахова матрица се явява най – оптималния метод за легиране. Неналичието на други химически съединения и неналичието на окисен слой върху повърхността е в следствие атмосферата, тоест състава на газовете, които отделя самата шихта, изграждаща праховата матрица. Този метод е приложим не само за вакуумно изпарение слоеве, но и за други методи , тъй като запазва слоя от окисление.



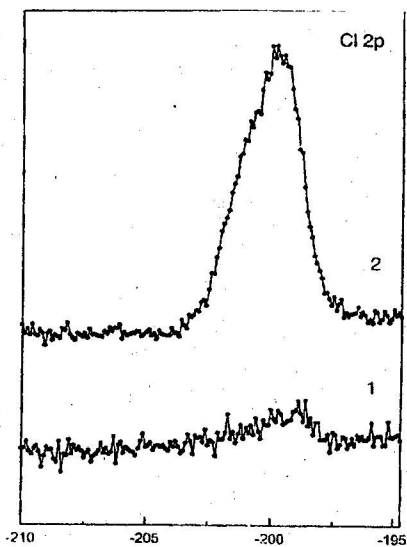
Фиг. 1 RTG на CdS(1) преди и CdS(2) след термообработка



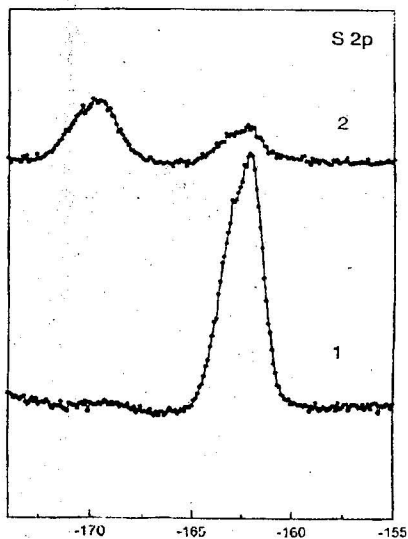
Фиг. 2 XPS на CdS(1) преди и CdS(2) след термообработка



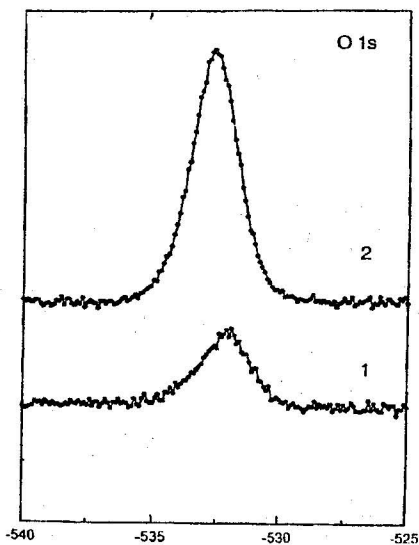
Фиг. 3 XPS на Cd(1) преди и Cd(2) след термообработка



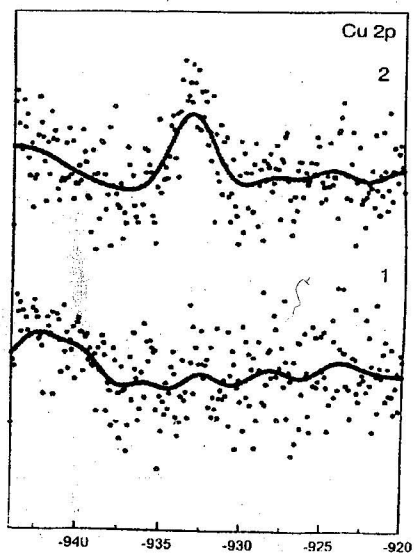
Фиг. 4 XPS на Cl(1) преди и Cl(2)
след термообработка



Фиг. 5 XPS на S(1) преди и S(2)
след термообработка



Фиг. 6 XPS на O₂(1) преди и O₂(2)
след термообработка



Фиг. 7 XPS на Cu(1) преди и Cu(2)
след термообработка

На база проведените експерименти и изследвания можем да направим извода, че метода на праховата матрица позволява легиране и рекристализация на слоеве, които са чувствителни към окисление, и в следствие което губят фоточувствителните си свойства.



Фиг.8

Фиг.8 SEM изследвания на повърхности от CdS_xSe_{1-x} увеличени 2500 пъти)

ЛИТЕРАТУРА

1. B.Lepley, S.Ravelet and P.Renard, Phys.Status Solidi (a) 22 K191 (1974)
2. D.Richards, A.M.EL - Korashy, R.J.Stim and P.C.Karulkar, J.Vac.Sci.Technol.A 2,332 (1984).
3. П.Шиндов, Електропромишленост и приборостроене, 1985 г. стр.27
4. М.Стоев, С.Русева, Monatsh.Chem.129,599 (1994)
5. П.Шиндов, СИЕЛА' 99 , 27÷ 28 май, Пловдив