Spektrálisan szelektív és víztaszító TiO_2- és SiO_2-szol-gél bevonatok fejlesztése széles tiltott sávú napelemek védőburkolatára

Development of spectrally selective and water-repellent TiO_2- and SiO_2-sol-gel coatings for protective covers of wide bandgap solar cells

KOVÁCS Kinga[1], NAGY Norbert[2], ZÁMBÓ Dániel[2], HÓRVÖLGYI Zoltán[1], ALBERT Emőke[1]

[1]Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék,
1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3.

[2]HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont,
Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet,
1121 Budapest, Konkoly Thege Miklós út 29-33.

kovacs.kinga@vbk.bme.hu

ABSTRACT

This study presents a method to tailor incident solar irradiation for wide-bandgap solar cells by enhancing visible light transmission while suppressing infrared intensity. Multilayer thin-film systems combining optical selectivity with water repellency were designed using transmission spectra simulations and synthesized on glass substrates via dip-coating at varied withdrawal speeds. Two-, three-, and four-layer titania/silica coatings were prepared. Scanning electron microscopy showed smooth, homogeneous surface morphologies with film thicknesses (94–124 nm) consistent with optical spectrophotometry, reflectometry, and spectroscopic ellipsometry measurements (109–130 nm). The three-layer sample showed an average transmittance change of +2.3% in the visible spectrum and –9.4% in the near-infrared region, peaking at 99.34% transmittance at 491 nm. The four-layer sample reached a peak transmittance of 99.70% at 560 nm. Equilibrium water contact angles (81°–83°) and low contact angle hysteresis (<10°) confirmed effective water repellency across all coatings prepared on glass substrates.

Keywords: thin film, multifunctional coatings, water repellency, spectral selectivity

ÖSSZEFOGLALÓ

A kutatómunka célja egy vékonyréteg-optikai modellezésre épülő kísérleti módszer kidolgozása, amellyel a széles tiltott sávú napelemekre érkező napsugárzás spektruma szabályozható: a látható (Vis) fény áteresztésének növelése mellett csökkenthető a közeli-infravörös (NIR) sugárzás intenzitása. A megtervezett, optikailag szelektív és víztaszító többrétegű bevonatokat üveghordozókon, különböző rétegképzési sebességek mellett, *dip-coating* módszerrel alakítottuk ki TiO_2/SiO_2 rétegekből (2–4). A SEM- és AFM-vizsgálatok sima, homogén felületi morfológiát és alacsony érdességet mutattak; a rétegvastagságok (94–124 nm) összhangban voltak az optikai spektroszkópia és ellipszometria mérések eredményeivel (109–130 nm). A háromrétegű minta átlagos transzmittancia-változása +2,3% volt a látható tartományban és –9,4% a NIR tartományban, miközben a maximális transzmittancia 99,34%-ot ért el 491 nm-es átvilágítási hullámhossznál. A négyrétegű minta esetében a maximális áteresztőképesség 99,70% volt 560 nm-en. Az egyensúlyi víz-peremszögek (81°–83°) és a kis peremszög hiszterézis (<10°) megfelelő víztaszító képességet jeleztek az üveghordozós bevonatokon.

Kulcsszavak: vékonyréteg, multifunkciós bevonat, vízlepergetés, spektrális szelektivitás