

Termohromo $V_{1-x}Re_xO_2$ plāno kārtiņu strukturālās un optiskās īpašības, kas iegūtas ar līdzstrāvas magnetrona izsmidzināšanu

Tamara Tsebriienko, Timurs Safiuljins, Jelena Butikova,
Edgars Butanovs, Boris Polyakovs
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Vanādija dioksīds (VO_2) ir unikāls materiāls, kam ir atgriezeniska metāla-izolatora fāzes pāreja (MIT) pie $t_{MIT} = 68$ °C. Fāzes pārejas laikā notiek īpaši ātra elektroniskā spektra pārkārtošanās. Tas izraisa nopietnas izmaiņas VO_2 elektriskajās un optiskajās īpašībās. Šīs pārsteidzošās īpašības padara materiālu ļoti interesantu lietošanai viedos pārklājumos, elektroniskajos slēdžos utt. Tomēr ir problēmas, kas neļauj viedajos logos izmantot materiālus, kuru pamatā ir VO_2 . Jo īpaši t_{MIT} ir jāsamazina līdz vērtībai, kas ir tuvu istabas temperatūrai, savukārt gaismas caurlaidības un saules enerģijas modulācijas spējai jābūt pietiekami augstai. Lai atrisinātu šīs problēmas, mēs sintezējām $V_{1-x}Re_xO_2$ ($0,01 \leq x \leq 0,50$) plānas kārtiņas uz kvarca substrātiem ar līdzstrāvas magnetrona izsmidzināšanu Ar atmosfērā, kam sekoja to oksidēšana. VO_2 dopings ar rēniju ir īpaši interesants, jo Re var pieņemt valences stāvokļus no +4 līdz +7 oktaedrālajā skābekļa apkārtnē. Tātad, tas nodrošina elektronu injekciju un kristāla režģa deformāciju, un tādējādi tam ir svarīga loma t_{MIT} samazināšanā. Tomēr ir ļoti maz darbu, kas veltīti $V_{1-x}Re_xO_2$ kristālu sintēzei, un, cik mums ir zināms, nav neviena darba par termohromiskām $V_{1-x}Re_xO_2$ plēvēm.

$V_{1-x}Re_xO_2$ plēves raksturoja ar XRD, XPS un caurlaidības/atstarošanas optisko spektru atkarību no temperatūras. No temperatūras atkarīgie optiskās caurlaidības/atstarojuma mērījumi atklāj pārslēgšanās efektivitāti $V_{1-x}Re_xO_2$ plēvēm. Atkārtoti leģēta VO_2 kompozītmateriāla plēve, kas sagatavota ar Re 1,0-8,0 at.%, uzrādīja salīdzinoši zemu pārejas temperatūru (apmēram 30 °C) un labu NIR komutācijas efektivitāti (līdz 25,0 %).

Structural and optical properties of thermochromic $V_{1-x}Re_xO_2$ thin films obtained by DC magnetron sputtering

Tamara Tsebriienko, Timurs Safiulins, Jelena Butikova,
Edgars Butanovs, Boris Polyakov
Institute of solid State Physics, University of Latvia

Vanadium dioxide (VO_2) is a unique material which shows a reversible metal–insulator phase transition (MIT) near $t_{MIT} = 68$ °C. During the phase transition, an ultrafast rearrangement of the electronic spectrum occurs. This leads to serious changes in the electrical and optical properties of VO_2 . These striking properties make the material highly interesting for applications in smart coatings, electronic switches etc. However, there are challenges that prevent the application of VO_2 -based materials in smart windows. In particular, the t_{MIT} should be decreased to a value close to room temperature, while the light transmission and solar energy modulation ability should be sufficiently high. In order to solve these problems, we synthesized $V_{1-x}Re_xO_2$ ($0.01 \leq x \leq 0.50$) thin films on quartz substrates by DC magnetron sputtering in Ar atmosphere followed by their oxidation. The doping of VO_2 with rhenium is of particular interest because Re can adopt valence states between +4 and +7 in the octahedral oxygen surrounding. So, it provides electron injection and deformation of the crystal lattice and thus plays an important role in decreasing of t_{MIT} . However, there are very few works devoted to the synthesis of $V_{1-x}Re_xO_2$ crystals, and to the best of our knowledge no works on thermochromic $V_{1-x}Re_xO_2$ films.

The $V_{1-x}Re_xO_2$ films were characterized by XRD, XPS, and temperature dependence of the transmittance/reflectance optical spectra. Temperature dependent optical transmittance/reflectance measurements reveal switching efficiency for $V_{1-x}Re_xO_2$ films. Re-doped VO_2 composite film that was prepared with Re 1.0-8.0 at.% showed relatively low transition temperature (about 30 °C) and good NIR switching efficiency (till 25.0 %).

Acknowledgments

This work is carried out within the framework of Smart Windows for Zero Energy Buildings (SWEB) project.