

Stanovisko školitele k vykonání obhajoby disertační práce „Chalcogenide thin films“ předložené k obhajobě

Statement of the supervisor for the defense execution of the doctoral thesis “Chalcogenide thin films” submitted for the defense

Autor disertační práce, Author of doctoral thesis: **Ing. Tomáš Halenkovič**
Název práce, Title of the thesis: **Chalcogenide thin films**
Školitel, Supervisor: **prof. Ing. Petr Němec, Ph.D., doc. Dr. Virginie Nazabal**

Disertační práce Ing. T. Halenkoviče shrnuje výsledky studia přípravy a fyzikálně-chemických vlastností vybraných amorfních chalcogenidů ve formě tenkých vrstev. Studie je zaměřena na amorfni materiály systémů Ge-Sb-Se, Ga-Sb-Se a Ge-Sb-Se-Te, které se vyznačují širokou oblastí optické propustnosti.

Studované materiály byly v objemové formě připraveny klasickou metodou, tj. přímou syntézou z prvků v evakuovaných křemenných ampulích. Připravené objemové vzorky byly charakterizovány základními technikami (energieově-disperzní rentgenová spektroskopie, DSC, měření hustoty, XRD, apod.).

Tenké amorfni vrstvy byly připraveny radio-frekvenčním magnetronovým (ko)naprašováním. Byla provedena detailní charakterizace těchto vrstev, kdy pozornost byla věnována studiu chemického složení a morfologie skenovací elektronovou mikroskopií a mikroskopií atomárních sil. Důraz byl kladen na studium optických vlastností připravených tenkých vrstev pomocí spektrální elipsometrie, ale i měřením optické propustnosti. Na základě analýzy výsledků výše uvedených optických technik byly určeny některé optické charakteristiky, např. optická šifka zakázaného pásu energií, (ne)lineární optická absorpce, (ne)lineární index lomu, atd. Lokální struktura vrstev byla určena analýzou dat ze spektroskopie Ramanova rozptylu.

Experimentální práce byla v další fázi zaměřena na studium fotostability tenkých chalcogenidových vrstev v irreverzibilním režimu s cílem identifikovat fotostabilní vrstvy systémů Ge-Sb-Se a Ga-Sb-Se, které by splňovaly požadavky na materiály využitelné v oblasti nelineární infračervené fotoniky. Fotostabilita byla studována za použití vhodných laserových zdrojů s energií blízkou optické šifce zakázaného pásu energií.

Významné výsledky své disertační práce doktorand publikoval formou dvou prací v solidních impaktovaných časopisech (J. Am. Ceram. Soc., Opt. Commun.). Další své výsledky, které nicméně nejsou v disertační práci zpracovány, disertant publikoval formou 5 prací v impaktovaných časopisech (Opt. Lett., J. Non-Cryst. Solids (accepted), J. Am. Soc. Mass Spectrom., Ceram. Int., Chem. – Eur. J. (submitted)). Výsledky disertanta byly dále prezentovány na mezinárodních a národních konferencích.

Konstatuji, že disertační práce Ing. Tomáše Halenkoviče přináší řadu nových vědeckých poznatků a splňuje požadavky kladené na disertační práci. Práce obsahuje originální postupy, myšlenky a otevírá řadu možností dalšího výzkumu v této oblasti. Celkově předloženou disertační práci hodnotím jako zdařilé dílo.

Doctoral thesis of Mr. T. Halenkovič summarizes the results of the study of fabrication and physico-chemical properties of selected amorphous chalcogenides in the form of thin films. The study is focused on the amorphous materials of the Ge-Sb-Se, Ga-Sb-Se and Ge-Sb-Se-Te systems, which have broad transmission window.

Studied materials were prepared in bulk form via classical method, i.e. via direct synthesis from elements in evacuated silica ampoules. Fabricated bulk samples were characterized by fundamental techniques (energy-dispersive X-ray spectroscopy, DSC, density measurements, XRD, etc.).

Thin amorphous films were fabricated by radio-frequency magnetron (co)sputtering. Detailed characterization of the layers was performed; the attention was paid to the study of chemical composition and morphology using scanning electron microscopy and atomic force microscopy. The emphasis was given to the study of optical properties of prepared thin films using spectroscopic ellipsometry as well as using optical transmission measurements. On the basis of the results' analysis of above mentioned optical techniques, some optical characteristics were determined, for example optical band gap, (non)linear optical absorption, (non)linear refractive index, etc. Local structure of the thin films was determined by the analysis of Raman scattering spectroscopy data.

During next stage, experimental work was focused on the study of photostability of thin chalcogenide films in irreversible regime with the aim of identification of photostable layers from Ge-Sb-Se and Ga-Sb-Se systems, which would fulfill the requirements given for the materials applicable in the field of nonlinear infrared optics. Photostability was studied exploiting suitable laser sources with energy close to the optical band gap.

Important results of doctoral thesis were published by the PhD student as two papers in good quality journals having impact factor (J. Am. Ceram. Soc., Opt. Commun.). Further results, which are however not shown in the doctoral thesis, were published by the applicant as 5 other papers in journals with impact factor

(Opt. Lett., J. Non-Cryst. Solids (accepted), J. Am. Soc. Mass Spectrom., Ceram. Int., Chem. – Eur. J. (submitted)). The results of the PhD student were also presented at international as well as national conferences.

I state here that doctoral thesis of Mr. Tomáš Halenkovič brings many new scientific findings and fulfills the requirements demanded by doctoral thesis. The thesis contains original methods, ideas and opens up many possibilities for further research in the field. Altogether, I assess submitted doctoral thesis as a successful piece of work.

Na základě výše uvedených skutečností

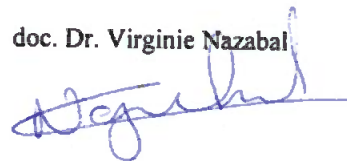
doporučuji postoupit disertační práci Ing. Tomáše Halenkoviče k vykonání obhajoby.

On the basis of above mentioned facts

I recommend to proceed the doctoral thesis of Mr. Tomáš Halenkovič for defense execution.

V Pardubicích, 2. ledna, 2019
In Pardubice, 2nd of January, 2019

doc. Dr. Virginie Nazabal



prof. Ing. Petr Němec, Ph.D.

