

Doporučení školitele disertační práce

Autor disertační práce: ing. Miroslav Bartoš

Název disertační práce: **CHALKOGENIDY, MATERIÁLY PRO PAMĚTI SE ZMĚNOU FÁZE A VODIVOSTI.**

Autor se ve své práci zaměřil na vysoce aktuální problematiku studia nových materiálů potenciálně vhodných pro budoucí aplikace v elektrotechnickém průmyslu, zejména se soustředil na dvě skupiny materiálů systému Ge-Sb-Te(Se) a Ag-Ge-Ga-S, jejichž aplikace je směřována na nové rychlé netěkavé nanopaměti. V disertační práci jsou shrnuty výsledky studia tenkých vrstev materiálů o složení $\text{Ge}_2\text{Sb}_{2,3}\text{Te}_4\text{Se}$ a $\text{Ge}_{28-x}\text{Ga}_x\text{S}_{72}(\text{Ag})$.

Tenké vrstvy byly připraveny různými způsoby. Tenké vrstvy materiálu $\text{Ge}_2\text{Sb}_{2,3}\text{Te}_4\text{Se}$ byly připraveny metodou magnetronového naprašování pro různé depoziční podmínky z targetu vyrobeného firmou UMICORE a tenké vrstvy $\text{Ge}_{28-x}\text{Ga}_x\text{S}_{72}$ metodou pulzní laserové depozice z objemových vzorků připravených přímou syntézou z prvků polovodičové čistoty.

K charakterizaci připravených tenkých vrstev bylo využito energiově disperzní rentgenové analýzy spojená se skenovacím elektronovým mikroskopem, rentgenové difrakční analýzy, spektrální elipsometrie s proměnným úhlem, UV-VIS-NIR spektrometrie a techniky Van der Pauwa. Další studium vrstev bylo zaměřeno na jejich fyzikálně chemické vlastnosti.

U amorfních vrstev o složení $\text{Ge}_2\text{Sb}_{2,3}\text{Te}_4\text{Se}$ byly hlavním předmětem studia elektrické a optické vlastnosti materiálu v závislosti na depozičních podmínkách (tlak pracovního plynu, výkon, depoziční úhel) a jejich změna po převedení materiálu z amorfního na krystalický. U amorfních vrstev o složení $\text{Ge}_{28-x}\text{Ga}_x\text{S}_{72}$ bylo hlavním cílem studovat fotoindukované rozpouštění a difúzi stříbra do připravených tenkých vrstev metodou spektrální elipsometrie.

Metoda UV-Vis-NIR spektroskopie přinesla informaci o posunech krátkovlnné absorpční hrany v závislosti na tloušťce vzorku v systému $\text{Ge}_2\text{Sb}_{2,3}\text{Te}_4\text{Se}$ a v závislosti na složení v systému $\text{Ge}_{28-x}\text{Ga}_x\text{S}_{72}$.

Elektrické vlastnosti systému $\text{Ge}_2\text{Sb}_{2,3}\text{Te}_4\text{Se}$ byly změřeny metodou Van der Pawa. Hodnota plošného elektrického odporu během krystalizace poklesla o dva až tři řády, což je hodnota dostatečná pro využití v pamětech. Výsledky získané

měřením vlastností materiálu $\text{Ge}_2\text{Sb}_{2,3}\text{Te}_4\text{Se}$ byly porovnány s modelovým materiálem $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$.

Spektrální elipsometrie poskytla informace o tloušťkách vrstev, povrchové hrubosti a především o hodnotách indexu lomu. Díky studiu indexu lomu byla zjištěna gradace indexu lomu ve vrstvách $\text{Ge}_{28-x}\text{Ga}_x\text{S}_{72}$, z níž je možné získat odhad o koncentračním profilu stříbra v tenké vrstvě po fotoindukovaném rozpouštění a difúzi stříbra v závislosti na době expozice a na množství použitého stříbra. Výsledky na vzorcích o složení $\text{Ge}_{28}\text{S}_{72}$ a $\text{Ge}_{22}\text{Ga}_6\text{S}_{72}$ byly vzájemně porovnány a vysloven závěr o vlivu Ga na sledované vlastnosti. Nahrazení části germania galliem má za následek zvýšení indexu lomu materiálu a posun krátkovlnné absorpční hrany k delším vlnovým délkám. Získaný hloubkový profil Ag je potenciálně vhodný pro vytvoření vrstvy s dostatečnou koncentrací vodivých iontů.

Studované materiály byly na základě naměřených výsledků shledány jako vhodné pro potenciální aplikace. V závěru této práce byly nastíněny možnosti dalšího studia i potenciálních aplikací v oblasti technologií nanopaměti se změnou fáze a vodivosti na bázi chalkogenidových skel.

Výsledky jeho práce jsou předmětem řady prací v zahraničních časopisech (již publikovaných) a dále byly výsledky publikovány na konferencích doma i v zahraničí.

ing. Miroslav Bartoš ve své práci musel zvládnout a porozumět řadě experimentálních postupů, přístupů, technik i jejich úskalí včetně přípravy objemových vzorků a zejména tenkých vrstev. Při práci využil též řady analytických technik k charakterizaci připravených amorfních materiálů.

ing. Miroslav Bartoš prokázal při řešení disertační práce schopnost samostatné vědecké práce a iniciativu ve získávání nových poznatků.

Disertační práci doporučuji k obhajobě.



prof. Ing. Tomáš Wágner CSc.

29. 2. 2012