

Studium mechanických vlastností vybraných tenkých vrstev

V předkládané diplomové práci se diplomantka zabývala studiem objemových vzorků a tenkých amorfních vrstev chalkogenidů o složení As_2S_3 , As_2Se_3 a As_1Se_{99} . Vrstvy byly napařeny na tři různé typy substrátů.

Cílem práce bylo porovnat vlastnosti připravených vrstev a objemových vzorků a rovněž použitelnost vybraných metod pro měření velmi malých změn ve vlastnostech.

Práce je rozčleněna do sedmi kapitol. V teoretické části je nejprve shrnuta literární rešerše. Další kapitola se týká metod přípravy tenkých vrstev. Podrobně jsou popsány i jednotlivé použité metody charakterizace všech použitých materiálů.

V Experimentální části jsou popsány výchozí látky, jejich čištění i čištění použitých ampulí a substrátů (mikroskopické sklo, monokrystalický křemík a hliníková folie). Rovněž je popsána syntéza objemových vzorků a tenkých vrstev pomocí termického (vakuového) napařování na různé substráty. Jsou také uvedeny konkrétní podmínky použití jednotlivých metod.

V kapitole „Výsledky a diskuze“ jsou na 37 stranách (rozděleno do deseti podkapitol) podrobně popsány získané výsledky. Složení objemových vzorků a tenkých vrstev As_2S_3 a As_1Se_{99} se shodovalo, v případě As_2Se_3 ($As_{40}Se_{60}$) došlo při přípravě vrstvy k posunu chemického složení na $As_{44}Se_{56}$. Diplomantka zjišťovala i strukturu objemových vzorků a tenkých vrstev (tloušťky 3,2 - 3,9 μm). Pomocí Ramanovy spektroskopie zjistila, že struktura objemového skla As_2S_3 je tvořena převážně $AsS_{3/2}$ pyramidami, naproti tomu tenká vrstva o stejném složení obsahovala i molekulární klastry As_4S_4 . Ty způsobily, že vrstva se stala mikroheterogenní, což se projevilo i při měření nanoindentační tvrdosti a adheze vrstvy k substrátu. V případě As_2Se_3 a As_1Se_{99} byla struktura objemových vzorků a tenkých vrstev podle Ramanových spekter podobná.

Zajímavé je i porovnání přesnosti dvou typů vah při zjišťování hustoty. Autorka porovnávala hustoty objemových vzorků a tenkých vrstev. Zjistila, že hustoty vrstev jsou o 2 – 8 rel. % nižší než hustoty odpovídajících objemových vzorků. Podobně zjistila, že hodnoty nanoindentačních tvrdostí vrstev jsou nižší než nanoindentační tvrdosti odpovídajících objemových skel.

Z měření spektrální závislosti optické propustnosti, zpracované Swanepoelovou metodou, diplomantka zjistila index lomu a tloušťky vrstev. Tloušťku tenkých vrstev ověřila skenovacím elektronovým mikroskopem. Index lomu byl o 1 - 5 % nižší v porovnání s odpovídajícími tabelovanými hodnotami indexu lomu objemových skel.

Hodnoty hrubosti vrstev autorka zjišťovala pomocí mikroskopie atomárních sil. Při použití hliníkové folie, vzhledem k vyšší hrubosti samotného substrátu, byly hodnoty hrubosti vrstev výrazně vyšší než hrubosti vrstev napařených na mikroskopickém skle a na monokrystalickém křemíku. Při užití rovných substrátů (podloží mikroskopické sklo a monokrystalický křemík) byly hodnoty hrubosti vrstev nízké a mezi jednotlivými vrstvami As_2S_3 , As_2Se_3 a As_1Se_{99} nebyly pozorovány zásadní rozdíly.

Práce je přehledně a jasně napsána, s minimem překlepů. Diplomantka navíc prokázala zvládnutí potřebných experimentálních technik a získala velké množství experimentálních dat, která dokázala na základě svých znalostí interpretovat.

K diplomové práci mám následující dotazy:

1. Proč byly vybrány právě As_2S_3 , As_2Se_3 a As_1Se_{99} vrstvy?
2. Proč byly jako substráty použity mikroskopické sklo, monokrystalický křemík a hliníková folie?
3. Proč došlo u tenké vrstvy k posunu složení z $As_{40}Se_{60}$ na $As_{44}Se_{56}$. Je možné použít jinou metodu přípravy, při které by nedocházelo ke změně složení?
4. Bylo možno při měření hustot objemových vzorků použít jinou kapalinu?
5. Diplomantka použila ve své diplomové práci velké množství experimentálních metod. Mohla by okomentovat, která měření sama prováděla?

Předkládaná diplomová práce obsahuje řadu původních výsledků, u nichž lze očekávat, že budou v budoucnosti publikovány na mezinárodní úrovni. Velmi cenné jsou výsledky změřených hustot tenkých filmů. Tyto hodnoty jsou v literatuře často počítány pomocí empirických vztahů z hustot objemových vzorků. Rovněž je potřeba ocenit množství práce věnované měření nanoindentační tvrdosti, včetně časově náročné kalibrace.

Z těchto důvodů **doporučuji** předloženou práci k obhajobě a hodnotím ji známkou

výborně.



Ing. Milan Vlček CSc.,

V Pardubicích 21. 5. 201

SLChPL ÚMCH AV ČR, v.v.i. a Univerzity Pardubice