

Posudek vedoucího práce na diplomovou práci

Laser-Ultrasonic Characterization of NiTi Thin Films

student: Bc. Zuzana SOUDNÁ (KIPL FJFI ČVUT)

vedoucí: Ing. Tomáš GRABEC, Ph.D. (KIPL FJFI ČVUT)

konzultant: Ing. Pavla STOKLASOVÁ, Ph.D. (Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.)

Diplomová práce Bc. Zuzany Soudné se zabývá charakterizací tenkých vrstev slitiny NiTi pomocí laserově-ultrazvukové metody spektroskopie s přechodovou mřížkou (transient grating spectroscopy, TGS).

Studované vzorky tenkých (mikrometrických) vrstev byly vypěstovány na Helmholtzově centru v Rossendorfu u Drážďan (Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, HZDR). Jednalo se o výjimečné, epitaxní vrstvy slitiny s tvarovou pamětí NiTi, které jsou monokrystalické v austenitické fázi, ale při fázovém přechodu do martenzitu vytváří komplexní zdvojitěnou mikrostrukturu. Metoda TGS na Ústavu termomechaniky AV ČR je v rámci světových laboratoří výjimečná, specializovaná na měření úhlové disperze ultrazvukových vln v elasticky anizotropních materiálech. Nabízela tak možnost určit elastické vlastnosti jak monokrystalického austenitu ve formě epitaxní vrstvy, tak studovat vytvářené mikrostruktury.

Diplomantka začala práci v obtížné pozici, kdy pro ni byla jen málo známá témata mechanických vlastností slitin s tvarovou pamětí, ultrazvukových vln, i optoakustických experimentálních metod. Experimentální část její práce se opírá o měření pomocí metody TGS, která je velmi citlivá na správné naladění optických prvků, a je tak časově náročná z hlediska získání zkušeností pro provedení kvalitního měření. Pro vyhodnocení a pochopení naměřených dat se diplomantka musela věnovat studiu ultrazvukových vln v systému elasticky anizotropní tenké vrstvy na substrátu. Pro diskuzi výsledků a jejich významu pro měřené vzorky epitaxních vrstev slitiny NiTi bylo nutné se seznámit s principy tvarové paměti a martenzitické fázové transformace.

Přes nutnost rešerše několika velmi rozdílných témat a osvojení si náročné experimentální metody obsahuje předložená diplomová práce sadu hodnotných výsledků. Ty zahrnují výsledky měření několika

vzorků tenkých vrstev NiTi s různou tloušťkou (v intervalu 1 až 3 mikrometry) s využitím různých vlnových délek (10 a 20 mikrometrů), včetně několika měření vývoje rychlosti vln se změnou teploty. Měření na tří mikronové vrstvě při různých teplotách obsahovalo natolik bohatou akustickou informaci, že bylo možné díky v práci popsané numerické metodě získat kompletní informace o elasticitě monokrystalického austenitu, ale také o efektivní elasticitě daného martenzitu. Tato část práce vedla ke zpracování a odeslání publikace, která nyní čeká na recenzní řízení a jejíž je diplomantka spoluautorkou. Diplomová práce však obsahuje další sady měření, které z časových důvodů ještě nebyly plně analyzovány a teoreticky interpretovány.

Pro charakterizaci tenčích vrstev by bylo výhodné využít měření metodou TGS s nižší vlnovou délkou, nebo metodu povrchové Brillouinovy spektroskopie, která byla také zmíněna v zadání diplomové práce. Bohužel, ani jedna z těchto variant však nedodala potřebné informace – nižší vlnová délka je problematická a nepřináší dostatečně kvalitní signál, detektor Brillouinovy spektroskopie byl v době zpracování diplomové práce mimo provoz. Obě tyto metody tak zůstávají jako náplň možné pokračující práce na daném tématu, která by měla vyústit v hlubší studium martenzitických tenkých vrstev a směřovat k dalším publikacím unikátních dat.

Z hlediska kvality rešerše odborných témat, množství experimentálních výsledků včetně vyhodnocení, ale i technického provedení (tedy grafické a jazykové úpravy) považuji práci za zdařilou a doporučuji ji k obhajobě s navrženým hodnocením **A (výborně)**.

V Praze, 3. 2. 2023



.....

Ing. Tomáš Grabec, Ph.D.