

Posudek dizertační práce

Název práce: Návrh a realizace zobrazovacího spektrofotometru druhé generace a jeho aplikace v optické analýze tenkých vrstev

Autor: Ing. Jiří Vodák

Práce se zabývá vývojem experimentálních zařízení určených k mapování optických vlastností tenkých vrstev a povrchů pevných látek. Tenké vrstvy jsou využívány v mnoha oblastech optiky, polovodičových technologiích i strojírenství, a proto se jedná o velmi aktuální téma z oboru rozvoje přístrojové techniky. Na pracovišti doktoranda je výzkum v oblasti této měřicí techniky prováděn dlouhodobě a smyslem prezentované práce bylo technicky zdokonalit dříve vyrobené zařízení, navrhnout zcela nové zařízení s vyšším prostorovým rozlišením a podílet se na různých měřeních pomocí těchto přístrojů.

V úvodu práce jsou popsány teoretické základy měření pomocí zobrazovací spektroskopické reflektometrie, tj. základní vztahy pro výpočet odrazivosti tenké vrstvy. V kapitole 3. jsou podrobně popsány také požadované technické parametry, dílčí komponenty zobrazovacího spektroskopického reflektometru a jejich možná technická řešení. Při jejich diskuzi je již kladen důraz na vhodnost těchto řešení pro zařízení využívaná na pracovišti doktoranda. Tato kapitola je velmi podrobná a je klíčem k pochopení technických řešení popsaných v experimentální části práce. Ve čtvrté kapitole je poměrně stručně popsáno zpracování dat získaných vyvinutými zařízeními. Zbytek práce se již věnuje úpravám a konstrukci jednotlivých reflektometrů. Jednalo se o tři zařízení: starší reflektometr vyvinutý předchůdcem doktoranda, zcela nový reflektometr s vyšším prostorovým rozlišením a konečně rozšíření reflektometru pro proměnný úhel dopadu, případně pro spektroskopickou elipsometrii. Autor podrobně popisuje zvolená technická řešení i dílčí kroky, které k těmto technickým řešením vedly. V závěru práce jsou uvedeny také příklady některých měření.

Zvolené metody řešení prezentované v pojednání jsou v souladu se současným vývojem měřicí techniky a autor při konstrukci popsaných zařízení odvedl velké množství práce. K práci je možné mít následující připomínky a dotazy:

- Experimentální část práce je poměrně stručná, uvážíme-li, jaké množství informací je možné při mapování tloušťkové nehomogenity vrstev získat. Autor se omezuje jen na jednoduché příklady jednotlivých typů měření, v sekci 8.3 se nepodařilo ani takový vhodný příklad nalézt. Při obhajobě by bylo vhodné podrobněji popsat možné aplikace a také zmínit současný stav reflektometru s vyšším rozlišením.
- V části popisující jednotlivá technická řešení by jistě bylo možné demonstrovat jejich výhody (například při modifikaci reflektometru s rozšířeným spektrálním rozsahem) na experimentálních datech získaných před a po úpravě.
- Bylo by zajímavé zmínit při obhajobě, jaké jsou limity přesnosti jednotlivých měření pomocí zkonstruovaných reflektometrů a nakolik například rozšíření spektrálního rozsahu vedlo ke zlepšení výsledků.
- Sazba některých rovnic je poněkud nepřehledná, zejména při značení komplexních proměnných.

- Seznam použité literatury je poměrně chaotický, jednotlivé záznamy jsou v různých formátech a u mnohých záznamů chybí některé důležité bibliografické údaje (např. u zdroje 8, 18, 32). U zdroje 43 naopak v názvu patrně něco přebývá.

Z formálního hlediska je práce přehledně strukturovaná a prostá chyb (kromě výše uvedených nedostatků v literatuře). Také předložené teze splňují stanovené požadavky.

Autor prokázal svou schopnost samostatně navrhnout komplikované zařízení pro měření optických vlastností tenkých vrstev, provést měření na různých systémech a publikovat jejich výsledky v odborných časopisech, což nepochybně prokazuje jeho vědeckou erudici. Práce splnila stanovené cíle a dosažené výsledky jsou jednoznačně přínosem pro rozvoj zobrazovací spektrofotometrie na pracovišti FSI VUT v Brně.

Navrhuji proto práci doporučit k obhajobě a udělení akademického titulu Ph.D.

V Brně dne 15. 2. 2017

**Mgr. Petr Klapetek, PhD.
Český metrologický institut**