Oponentní posudek k bakalářské práci

Diagnostika magnetronového výboje pomocí cavity ring-down spektroskopie

Veronika Němcová

Hlavním cílem předložené bakalářské práce bylo seznámení se s principem cavity ring-down spektroskopie (CRDS), zvládnutí obsluhy této diagnostické metody a naměření a vyhodnocení dat získaných touto metodou při magnetronovém naprašování vrstev. Práce se zaměřuje konkrétně na určení koncentrací atomů a iontů Ti před terčem magnetronu. V první polovině práce je uveden stručný přehled základních poznatků nutných k pochopení problematiky. V druhé polovině je detailně popsána metodika měření a vyhodnocení dat, dále jsou prezentována naměřená data a vypočtené koncentrace atomů a iontů. Hlavním přínosem práce je diskuse závislosti těchto koncentrací, a také stupně ionizace Ti atomů, na výkonu dodaném do výboje.

Hodnocení práce

Práce má standardní strukturu, členění do podkapitol je přehledné a logické. Práce je psaná srozumitelně a obsahuje málo překlepů či chyb bránících porozumění.

Vzhledem k rozsáhlosti dotčené problematiky musela autorka přehled současného stavu velmi zestručnit. Tato kapitola zmiňuje vše podstatné, ale některé podkapitoly jsou možná až příliš stručné a obtížně pochopitelné. Například nebyla na úvod prakticky vůbec zmíněna struktura elektronových stavů atomů přechody mezi stavy. Následně pak nemusí být srozumitelné části vysvětlující princip fungování laseru (stimulovaná emise, populační inverze) nebo emisní a absorpční spektroskopie. Myslím si, že tyto základy mohly být důsledněji vysvětleny na úkor části popisu magnetronového naprašování nebo detailů jako je šířka pásma nebo výkon a účinnost laseru, které nejsou v práci dále využity.

Popis metodologie postrádá přímočařejší vysvětlení souvislosti mezi koeficientem absorpce (α) a časem doznívání (τ) a objasnění veličiny délka vzorku (d). Informace o tom, jak byla stanovena její hodnota je uvedena až při diskusi výsledků. Také zde není uvedena rovnice pro fitování doznívajícího signálu, což je dle mého názoru zásadní krok zpracování naměřených dat. Rovněž bych vytkl, že výsledky fitování (doba doznívání i parametry absorpční čáry) jsou uváděny s nerealistickou přesností 7 platných číslic.

V kapitole 5 jsou formou tabulek a grafů prezentovány vypočtené koncentrace atomů a iontů Ti. Grafy s logaritmickou škálou však nejsou zpracovány bezchybně. Na obr. 16 je vzdálenost mezi hodnotou 10^8 a 10^{10} na ose y stejná jako mezi 10^{10} a 10^{11}. Mezi jednotlivými řády je 9 dílků. Na obr. 17 je 5 dílků mezi jednotlivými řády. Toto nestandardní dělení ztěžuje možnost odečíst z grafu hodnoty jednotlivých bodů. Vytkl bych také ne zcela přehledné popisky jednotlivých stavů v textu a v legendách grafů (např. TiII0, psáno bez mezer nebo interpunkce).

Diskuse výsledků je však na výborné úrovni. Oceňuji také snahu stanovit chybu určení koncentrací, i když si myslím, že zásadní příspěvek k celkové chybě bude mít také

přesnost měření intenzity světla a stanovení doby doznívání – tedy přesnost určení jednotlivých bodů tvořících absorpční křivku, ze které je počítán absorpční integrál.

Přes výše uvedené nedostatky je předložená práce z hlediska obsahu a zpracování na velmi dobré úrovni. Získané výsledky jsou užitečné pro další využití metody CRDS pro diagnostiku magnetronových výbojů na KFY.

Otázky

1. Objasněte, prosím, blíže, jak bylo postupováno při fitování doznívajícího signálu. Jaký tvar měla fitovací funkce? Co přesně znamená, že „byl kladen důraz na střední část"?
2. Na Obr. 13 nabývá doznívající signál nenulových hodnot i před laserovým pulzem i po jeho doznění. Vysvětlete, čím by to mohlo být způsobeno. Křivka optimálního fitu ale toto posunutí nezahrnuje – prosím objasněte.
3. Pro určení koncentrací byla využita metoda integrální absorpce. Prosím, vysvětlete tvrzení, že její hlavní výhodou je „nezávislost na výsledném tvaru laserové čáry". Přece pokud změním tvar čáry, např. její šířku, změním i její integrál?

Závěr

Bakalářskou práci doporučuji k obhajobě a navrhuji hodnocení **velmi dobře**.

V Plzni dne 16. 8. 2021

Ing. Tomáš Kozák, Ph.D.

Příloha

Zde jsou vyjmenovány významnější chyby a překlepy, které jsem v práci objevil.

- Str. 18, odstavec 2.2.3: "V laserovém světě pevnolátkový laser obvykle *znamená* laser polodičový." Z dalšího kontextu se zdá, že mělo být spíše „neznamená".
- Str. 20, obr. 11: na tento obrázek chybí odkaz v textu.
- Str. 24, 1. odstavec: místo „turbomolekuleární pumpou" má být „turbomolekulární pumpou".
- Str. 24, 2. odstavec: „Laserový paprsek má šířku pulsu *6 – 8 nm*". Zřejmě má být „6 – 8 ns".
- Str. 26, obr. 13, popisek osy y má být „signál" místo „sgnál"
- Str. 35, obr. 16: popisek osy y by místo „hustota" měl být spíše „koncentrace" v souladu s tím, jak je používáno ve zbytku práce
- Str. 35, obr. 16: logaritmická škála na ose y není rovnoměrná (dílky 10^8, 10^{10} a 10^{11})
- Str. 39: místo „multiplech" má být „multipletech"