
Autor práce: Simona Adameová
Studijní program: Fyzika se zaměřením na vzdělávání
Obor: PŘF B-UCF UCFH [sem 6, roč 3], UCMV [sem 6, roč 3]
Název práce: Srovnání modelů pro reaktivní magnetronové naprašování
Jméno oponenta práce: Mgr. Tereza Schmidtová, Ph.D.
Pracoviště: Ústav fyziky a technologií plazmatu

Odborná úroveň práce: nadprůměrně

Textová úroveň práce: průměrně

Grafická úroveň práce: průměrně

Rozsah: průměrně

Literatura: průměrně

Výsledná známka: prospěla

Práce má experimentální charakter: NE

Komentář oponenta práce:

Bakalářská práce slečny Simony Adameové se zabývá simulacemi a teoretickým modelováním reaktivního magnetronového naprašování – jedné z nejčastěji využívaných metod pro přípravu tenkých vrstev oxidů či nitridů kovů. Práce je logicky strukturovaná a přehledně členěná.

V úvodní části studentka představuje technologii reaktivního magnetronového naprašování. Bylo by vhodné doplnit informaci, že tento proces probíhá za nízkého tlaku. V části věnované popisu samotného naprašování chybí zmínka o nerovnoměrném rozprašování terče, při kterém vzniká tzv. racetrack. Tento pojem se objevuje až v experimentální části, avšak bez bližšího vysvětlení. U popisu reaktivního naprašování by bylo přínosné více rozvést problematiku přechodového režimu a důvody, proč je výhodné v tomto režimu pracovat.

Následující kapitola přehledně a podrobně představuje tři vybrané modely pro reaktivní magnetronové naprašování včetně příslušných rovnic. Vývoj těchto modelů probíhá již několik desetiletí, a proto by bylo vhodné doplnit stručné shrnutí jejich rozdílů a motivaci, proč byly zvoleny právě tyto tři modely.

Experimentální část práce popisuje aparaturu a parametry procesu. Data použitá pro porovnání však nebyla naměřena autorkou, ale převzata z literatury – tento fakt by měl být v textu jasněji zdůrazněn. Z obr. 3.2 je zřejmé, že lze proměřit hysterezní křivku i přes přechodový režim, což však zůstává bez komentáře.

Těžiště práce spočívá ve výpočetních simulacích s využitím několika modelů, kódů a programů. Je zřejmé, že studentka této části věnovala značné úsilí. V tabulkách jsou uvedeny vstupní parametry modelů, avšak není zřejmé, odkud pochází hodnoty plochy terče a substrátu – tyto údaje neodpovídají rozměrům aparatury ani údajům v citovaném článku č. 12.

Výsledky simulací jsou přehledně srovnány s experimentálními daty a doplněny odpovídající diskuzí. Upravený Bergův model však neposkytl uspokojivé výsledky. Studentka správně upozorňuje na možné rozdíly v hodnotách rozprašovacích výtěžků. V literatuře však takto výrazné výsledky mezi původním a upraveným Bergovým modelem nejsou uváděny, což může naznačovat nepřesnost ve více vstupních parametrech. Výpočetní kódy bohužel nejsou součástí práce (ani v příloze), což znemožňuje jejich ověření.

Simona Adameová splnila zadání bakalářské práce. Prokázala schopnost samostatné vědecké

práci, orientaci v odborné literatuře a schopnost interpretace výsledků. Práci vypracovala pečlivě a svědomitě. Práce sice nepřináší zásadní nové poznatky, ale ukazuje potenciál využití moderních simulačních nástrojů při návrhu experimentů, a to jak v laboratorním, tak i průmyslovém měřítku.

Otázky oponenta práce:

K práci mám následující otázky:

1. V experimentální části na str. 29 a 30 porovnáváte křivky pro hodnotu napětí odpovídající přechodovému režimu, tedy v hysterezní oblasti. Proč jste zvolila právě toto napětí? Vysvětlíte, proč je žádoucí provádět depozice v přechodovém, a tedy nestabilním režimu. Jakým způsobem byla naměřena srovnávaná experimentální data právě v tomto režimu?
2. Jak velký rozdíl mezi Bergovým a upraveným Bergovým modelem představují jiné kombinace parametrů? Jaké hodnoty rozprašovacích výtěžků, kterými argumentujete, uvádí jiné zdroje v odborné literatuře nebo vychází výpočetními programy SDTrimSP a TRIDYN, popřípadě dalšími?

Práci doporučuji k obhajobě.

V Brně dne 13. 6. 2025

.....
Mgr. Tereza Schmidtová, Ph.D.