

Posudek vedoucího bakalářské práce

Mgr. Andrea Dagmar Pajdarová, Ph.D.

Lerchová Tereza: *Parametrické modelování pulzního vysokovýkonového magnetronového výboje pro depozici vrstev*, Západočeská univerzita v Plzni, Katedra fyziky, Plzeň 2017.

Autorka se v předkládané práci zabývá problematikou parametrického modelování pulzních vysokovýkonových magnetronových výbojů pro depozice vrstev (tzv. HiPIMS), přičemž si klade následující cíle:

- Studium literatury o magnetronovém naprašování a parametrických modelech vysokovýkonových magnetronových výbojů.
- Doplnit stávající parametrický model vysokovýkonového magnetronového výboje o popis chování pracovního plynu a dvakrát ionizovaných kovů.
- Implementovat tento model ve vhodném programovacím prostředí. Pomocí takto upraveného parametrického modelu provést výpočty výbojových charakteristik pro vybrané režimy pulzního vysokovýkonového magnetronového výboje.
- Provést kvalitativní diskusi výsledků výpočtů získaných upraveným parametrickým modelem.

Autorka v kapitole 2 s názvem „Současný stav problematiky a seznam literatury“ stručně popisuje základní poznatky o magnetronovém naprašování včetně HiPIMS. Též popisuje dva významné parametrické modely HiPIMS výbojů, na které poté v práci navazuje a rozšiřuje je. Uveden je též nestacionární model HiPIMS výboje, ze kterého posléze využívá jak geometrii oblasti vysokohustotního plazmatu, tak i výpočty redukce hustoty pracovního plynu (argonu) v blízkosti terče magnetronu.

V kapitole 4 s názvem „Metody zpracování“ autorka charakterizuje rozšíření dříve uvedených parametrických modelů o popis chování pracovního plynu a dvakrát ionizovaných iontů kovu. Využívá zákonů zachování počtu částic, energie a zákona kontinuity elektrického proudu k vytvoření parametrického modelu, který na základě průběhu výbojového napětí a proudu dokáže vypočítat jednak parametr popisující ionizaci atomů pracovního plynu, rozprášeného kovu (zde měď) a iontů pracovního plynu a kovu v oblasti u magnetronového terče (v modelu označen jako parametr β), tak i parametr charakterizující návrat iontů na terč magnetronu (v modelu označen jako parametr σ). Z těchto parametrů je poté možné určit koncentrace atomů kovu, jednou ionizovaných iontů pracovního plynu a kovu uvolněných do objemového plazmatu, tak i koncentraci dvakrát ionizovaných iontů kovu uvolněných do objemového plazmatu.

Kapitola 5 s názvem „Výsledky a diskuse“ obsahuje jednak vstupní data modelu (tj. časový vývoj výbojového napětí a proudu, a též časový vývoj koncentrace pracovního plynu vypočteného nestacionárním modelem HiPIMS výboje) pro dva reálné HiPIMS výboje pro naprašování mědi s průměrným výbojovým proudem během pulzu napětí 5A a 50A. Tyto výboje autorka zvolila z důvodu existence diagnostických dat naměřených pro tyto reálné výboje, a tím možnosti jejich porovnání s výpočty modelu. Poté jsou uvedeny výsledky výpočtů parametrického modelu (časový vývoj parametrů β a σ) a veličin, které je možné z výsledných parametrů modelu určit, jako jsou koncentrace atomů a iontů či stupně ionizace pracovního plynu a rozprášeného kovu. Tyto výsledky jsou posléze kvalitativně, ale i kvantitativně diskutovány a porovnány s reálnými diagnostickými daty. Je shledáno,

že model kvalitativně popisuje reálné chování výboje, přičemž i předpovídaný časový vývoj koncentrací odráží (dokonce i kvantitativně) chování koncentrací v reálných výbojích.

Autorka při zpracování bakalářské práce prokázala osvojení požadovaných poznatků z oblasti magnetronového naprašování včetně HiPIMS, fyziky plazmatu a parametrického modelování plazmatu. Přestože práce obsahuje některé drobné nepřesnosti a nedostatky, je nutné vzít v úvahu složitost popisované problematiky a především to, že autorka tuto problematiku zvládla i bez předešlého vzdělání v oblasti fyziky plazmatu a výbojů. Závěrem proto konstatuji, že zvolené cíle bakalářské práce byly splněny. Práci proto doporučuji k obhajobě a navrhuji hodnocení **výborně**.

V Plzni 28. 8. 2017

Mgr. Andrea Dagmar Pajdarová, Ph.D.

