



Universitatea Transilvania din Braşov

## TEZĂ DE ABILITARE

### REZUMAT

Titlu: STRATURI SUBȚIRI MULTIFUNCȚIONALE

Domeniul: Ingineria materialelor

Autor: Ș.I. dr. ing. Daniel CRISTEA

Universitatea Transilvania din Braşov

BRAȘOV, 2021

## Rezumat

Teza mea de doctorat, susținută cu succes în 2013, intitulată: „**Cercetări privind sinteza și caracterizarea straturilor subțiri din sistemul  $\text{MeO}_x\text{N}_y$  obținute prin pulverizare reactivă în sistem magnetron**” prezintă dezvoltarea filmelor subțiri de tip oxinitrură ( $\text{MeO}_x\text{N}_y$ , unde Me = Ta), depuse prin pulverizare reactivă în regim magnetron. Una dintre metodele cele mai frecvent utilizate pentru a modifica proprietățile de suprafață ale unui material este depunerea unei pelicule subțiri sau a unei acoperiri deasupra materialului de bază, care va îmbunătăți semnificativ funcționalitatea piesei, în ceea ce privește proprietățile mecanice, electrice, optice, și așa mai departe.

După finalizarea programului de doctorat, cercetarea mea a avut ca principal obiectiv îmbunătățirea proprietăților filmelor subțiri de tip oxinitrură de tantal, prin extinderea studiilor către cele mai promițătoare direcții de utilizare.

Mai mult decât atât, am fost implicat în cercetarea și dezvoltarea mai multor tipuri de filme subțiri multicomponent, prezentate în majoritatea articolelor publicate: **45 de lucrări ISI-WOS** (45 indexate, 40 în reviste și 5 lucrări de tip proceeding) și **14 articole de tip BDI**. Cercetarea și dezvoltarea filmelor subțiri, în principal prin depunerea fizică din stare de vapori (pulverizare în curent, depunere laser pulsată, etc.), a fost completată de caracterizarea materialelor prin diverse tehnici de analiză (nanoindentare, uzură și tribologie, aderență a filmelor subțiri la substraturi, rezistență la coroziune, biocompatibilitate, fotocataliză, analiză electrică și optică).

Teza de abilitare intitulată **Multifunctional thin solid films (Straturi Subțiri Multifuncționale)** reprezintă acumularea de cunoștințe în domeniul ingineriei suprafețelor, pe baza cercetărilor mele legate de depunerea reactivă prin pulverizare în regim magnetron. Scopul acestei teze de abilitare este de a demonstra că pulverizarea în regim magnetron este o tehnică importantă care este capabilă să obțină filme complexe subțiri, cu proprietăți multifuncționale, care pot fi adaptate pentru a răspunde aplicației dorite.

Prima parte a tezei de abilitare prezintă traseul meu profesional după finalizarea programului de doctorat, cu accent pe realizări și rezultate.

Rezultatele științifice sunt prezentate în secțiunea următoare, care este structurată în patru capitole. O scurtă descriere a conținutului fiecărui capitol este prezentată în continuare.

**Capitolul 1** conține informații relevante cu privire la aspectele teoretice legate de fenomenul de pulverizare, unele informații cu privire la rolul câmpului magnetic aplicat și informații cheie privind procesul de pulverizare reactivă, cu accent pe anumiți factori care influențează stabilitatea și reproductibilitatea depunerii reactive prin pulverizare în regim magnetron.

**Capitolul doi** prezintă rezultatele obținute după finalizarea programului de doctorat, pe filme solide subțiri optimizate de oxinitrură de tantal  $\text{TaO}_x\text{N}_y$ , cu privire la anumite aplicații posibile:

i) comportament fotocatalitic, observat prin fotodegradarea unor soluții de albastru de metilen, respectiv metil-oranj, cu sau fără peroxid de hidrogen, sub acțiunea spectrului ultraviolet, respectiv a spectrului vizibil, în prezența filmelor solide subțiri de oxinitură de tantal; ii) ca material cu proprietăți electrice variabile, unde rezistivitatea electrică crește odată cu creșterea presiunii parțiale, începând de la valorile caracteristice ale compușilor metalici la valorile caracteristice ale oxizilor, iar probele de rezistivitate ridicată prezintă valori ale permitivității de până la 41, semnificativ mai mari decât cele pentru alte filme bazate pe tantal găsite în literatură; iii) ca posibil biomaterial, datorită capacității sale antibacteriene adecvate împotriva anumitor agenți patogeni.

**Capitolul trei** prezintă rezultate privind compoziția, caracteristicile morfologice și mecanice pentru acoperirile ceramice compozite obținute prin pulverizare bazate pe Ti + TiB<sub>2</sub> + WC. Filmele au fost obținute prin pulverizarea simultană în regim magnetron, standard sau reactiv, a trei ținte (Ti, TiB<sub>2</sub> și WC). Filmele sunt dure (valori de duritate între 20 și 22 GPa), dar dacă sunt depuse pe materiale mai moi, prezintă o aderență slabă la substrat, care poate fi cu siguranță îmbunătățită prin ajustarea parametrilor de depunere. Aceste filme prezintă rezultate promițătoare în ceea ce privește rezistența la uzură, mai ales dacă filmele ar fi depuse pe un material adecvat.

**Capitolul patru** prezintă rezultate preliminare privind dezvoltarea de acoperiri ternare obținute prin depunere într-o singură etapă, cu rezistență la coroziune îmbunătățită. Scopul cercetării prezentate în acest capitol a fost studierea filmelor subțiri de tip nitruri multicomponent, bazate pe metale tranziționale, obținute prin pulverizarea simultană a două ținte metalice, cu adăugarea în diferite proporții de gaz reactiv. Materialele metalice au fost alese după testele preliminare în ceea ce privește comportamentul la coroziune al acoperirilor de tip nitruri binare. A doua etapă a cercetării a fost depunerea acoperirilor multicomponent și analizarea acestora în ceea ce privește capacitatea de protecție împotriva coroziunii, dar cuplată cu proprietăți mecanice cât mai bune.

Ultima secțiune a acestei teze de abilitare prezintă planul de dezvoltare a carierei, în ceea ce privește activitățile didactice, precum și direcțiile viitoare de cercetare. Viitoarele subiecte de cercetare se bazează pe cunoștințele acumulate de la finalizarea programului meu de doctorat. Subiectele propuse sunt: i) dezvoltarea de acoperiri complexe de tip oxinitură, cum ar fi materiale de tip Me<sub>1</sub>Me<sub>2</sub>O<sub>x</sub>N<sub>y</sub>, care pot fi adaptate pentru a răspunde anumitor cerințe industriale; ii) din cauza mai multor neclarități cu privire la acoperirile prezentate în capitolul 4 al acestei teze, activitățile de cercetare vor fi dedicate înțelegerii fenomenelor fizice asociate acestui sistem. În al doilea rând, cercetări ulterioare sunt planificate bazându-se pe aceeași ipoteză, și anume combinarea a două ținte, pentru a obține acoperiri complexe într-o etapă, rezistente la coroziune; iii) dezvoltarea compușilor de tip nitrură multicomponent datorită proprietăților lor originale în comparație cu nitrurile binare.