



## PRZEDMIOT: INŻYNIERIA POWIERZCHNI

### Temat ćwiczenia: Powłoki otrzymywane metodą PVD

#### 1. Wstęp

Fizyczne osadzanie z fazy gazowej (PVD) jest procesem, w którym następuje krystalizacja pary metalu lub jego związków na powierzchni elementu pokrywanego. Atomy lub jony materiału, który jest nanoszony uzyskuje się kilkoma metodami m.in.: przez rozpylanie magnetronowe (ang. sputter deposition), za pomocą łuku elektrycznego (ang. arc deposition), czy też przez odparowanie termiczne (ang. vacuum evaporation) lub platerowanie jonowe (ang. ion plating).

W metodzie rozpylania magnetronowego źródłem jonów nanoszonego materiału są wykonane z niego płyty, najczęściej okrągłe lub prostokątne (zwane targetami), które umieszczone są w komorze próżniowej. Płyty te zamocowane są na układach magnesów za pomocą uchwytów, będących jednocześnie elektrodami układu prądowego, służącego do wytworzenia plazmy wewnątrz komory. Do komory, w której w celu usunięcia zanieczyszczeń (gazów oraz pary wodnej) uprzednio została wytworzona próżnia (rzędu  $10^{-6}$  Pa), doprowadzany jest gaz roboczy (najczęściej Ar) do osiągnięcia ciśnienia roboczego rzędu  $10^{-3} \div 10^{-2}$  Pa. Atomy gazu zostają zjonizowane w polu elektrycznym i przyspieszone w polu magnetycznym w kierunku targetów. Uderzając w powierzchnię targetu wybijają z niej atomy materiału, który nanosimy. Wybite atomy osadzają się na powierzchni pokrywanej. W ten sposób mogą być nanoszone powłoki z czystych pierwiastków lub związków pierwiastków np. azotków czy tlenków, zarówno jedno jak i wielowarstwowe.

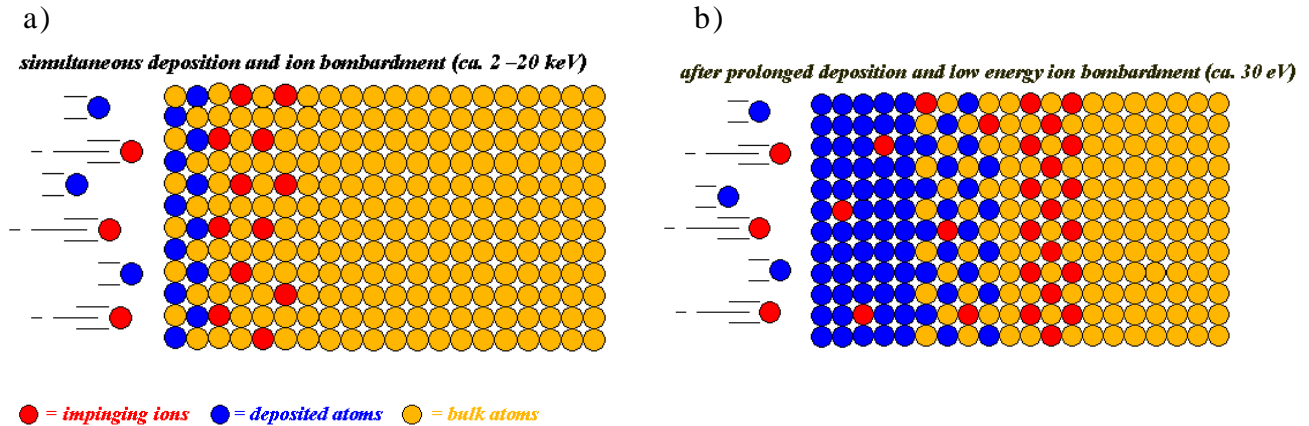
W przypadku nanoszenia faz lub związków metalu, czyli materiałów ceramicznych jak np. TiN, CrN, do komory próżniowej poza argonem wpuszczany jest także gaz reaktywny, w tym przypadku azot. W plazmie zachodzi reakcja chemiczna rozpylonego metalu z gazem, a następnie powstała związek osadza się na pokrywanym elemencie, w efekcie czego na podłożu uzyskujemy powłokę azotkową.

Grubość powłok otrzymywanych metodą PVD wynosi najczęściej 0.25-5 $\mu$ m (dla powłok dekoracyjnych) i 1-6  $\mu$ m (dla powłok funkcjonalnych).

Metodą PVD możemy wytwarzać m.in.:

- Powłoki przewodzące (o składzie np. Ti-Pd-Cu-Au; gdzie Ti jest warstwą zapewniającą odpowiednią przyczepność, pallad (Pd) poprawia odporność korozyjną, Cu jest warstwą przewodzącą, a złoto (Au) stanowi powłokę antykorozyjną).
- Transparentne powłoki przewodzące np. TCO, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO.
- Powłoki izolacyjne np. w półprzewodnikach. Są to powłoki m.in. z takich materiałów jak SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AlN.
- Filmy optyczne, są to najczęściej układy wielowarstwowe, np. powłoki antyrefleksyjne lub filtry optyczne.
- Powłoki kontrolujące przenikalność termiczną np. powłoki typu szkło-TiO<sub>2</sub>-Cr-TiO<sub>2</sub>, które nie przepuszcza światła słonecznego do wnętrza pomieszczenia (stosowana na zewnętrznej stronie szyby) lub cienkie powłoki Ag, które odbijają 85-95% niskotemperaturowego promieniowania podczerwonego (stosowane od strony pomieszczenia).
- Powłoki lustrzane, najczęściej Ag lub Al.
- Powłoki barierowe z Al np. w opakowaniach.

- Powłoki dekoracyjne np. TiN (kolor złoty),  $TiC_xN_y$  (kolor od purpury do czarnego w zależności od kompozycji), ZrN (kolor mosiądzu).
- Twarde powłoki ochronne, poprawiające twardość i odporność na ścieranie, a także podnoszące odporność korozyjną, stosowane m.in. na narzędzia, implanty i endoprotezy, w przemyśle samochodowym i budowie maszyn; np. TiN (na pokrycie narzędzi (także węglików spiekanych), elementów ze stali nierdzewnej), TiCN (pokrycia płytek skrawających z węglików spiekanych),  $Al_2O_3$ , TiAlN



Rys. 1 Schemat procesu nanoszenia powłoki metodą PVD; a) początek procesu nanoszenia, b) dalszy etap procesu nanoszenia.

## 2. Wykonanie ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest naniesienie na podłożach stalowych powłok metodą rozpylania magnetronowego oraz określenie wpływu parametrów procesu na szybkość nanoszenia i wybrane właściwości otrzymanych powłok.

Przebieg ćwiczenia:

- Przygotowanie podłoża do napyłania (szlifowanie, polerowanie, mycie w myjce ultradźwiękowej, odtłuszczenie i suszenie).
- Nanoszenie powłok na przygotowanych podkładach przy określonych parametrach procesu (podanych przez prowadzącego).
- Określenie grubości napyłonych powłok.
- Opracowanie wyników:
  - wykonanie wykresów zależności grubości otrzymanych powłok od wybranych parametrów procesu,
  - określenie optymalnych parametrów nanoszenia powłok.

Literatura

1. Leszek A. Dobrzański, *Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo*, WNT, Gliwice – Warszawa 2002.
2. Krzysztof Miernik, *Działanie i budowa magnetronowych urządzeń rozpylających*, 356. wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom 1997.
3. Mattox D. M., *Physical vapor deposition (PVD) processes*. Metal Finishing, 2001, vol. 99, nr 1, s. 409–423.
4. Bunshah R. F., *Deposition technologies for films and coatings*. Noyes Publications, New York, 1982