



Hybrydowy system próżniowego osadzania powłok

E. Waclawik^a, M. Staszuk^b

^a Studentka Politechniki Śląskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny,
email: waclawik.ewelina@gmail.com

^b Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Zakład Technologii Procesów Materiałowych, Zarządzania i Technik Komputerowych w Materiałoznawstwie,
email: marcin.staszuk@polsl.pl

Streszczenie: W niniejszym artykule, opisany został hybrydowy system osadzania próżniowego, serii MAGNION model SPT320-PE. Po analizie jego możliwości, przedstawione zostały następujące metody PECVD (ang. Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition), MSPVD (ang. Magnetron Sputtering Physical Vapour Deposition) oraz konstrukcja urządzenia.

Abstract: The paper describes hybrid vacuum deposition system, series MAGNION model SPT320-PE. After analyzing its features, there are presented the following methods like PECVD (ang. Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition), MSPVD (ang. Magnetron Sputtering Physical Vapour Deposition) and device design.

Słowa kluczowe: metoda PECVD, metoda MSPVD, hybrydowy system osadzania próżniowego

1. WSTĘP

PECVD (ang. Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) jest ulepszoną metodą procesu CVD (ang. Chemical Vapor Deposition), dzięki której możliwe jest osadzanie cienkich warstw, w temperaturze niższej, niż w konwencjonalnej metodzie CVD. Umożliwia to osadzanie materiałów, które nie są odporne na wysoką temperaturę oraz zastosowanie prekursorów o niskiej reaktywności [1].

Dzięki niższej temperaturze procesu, nakładane warstwy mają dużo lepsze własności. Warstwy wytworzone metodą PECVD charakteryzują się dobrą adhezją, małą ilością porów, dobrymi własnościami dielektrycznymi i jednorodnością materiału.

Pierwszym etapem nanoszenia warstwy w tej metodzie, jest wprowadzenie gazu do komory próżniowej, gdzie następuje jonizacja plazmowa i cząstki dyfundują przez osłonę w kierunku materiału. Plazma jest zwykle tworzona przez przyłożenie pola elektrycznego do objętości gazu, przy użyciu wyładowania jarzeniowego RF (ang. Radio Frequency) [2].

Próbka jest bombardowana elektronami, przez co odbywa się absorpcja cząstek, a następnie tworzenie się warstwy na powierzchni materiału.

Zaletą metody PECVD jest zmniejszone prawdopodobieństwo pęknięcia osadzonej warstwy, dzięki możliwości zastosowania niższej temperatury procesu. Wadami tej metody jest toksyczność materiału oraz wysoki koszt wymaganej aparatury.

MSPVD (ang. Magnetron Sputtering Physical Vapour Deposition) metoda ta polega na rozpylaniu magnetronowym. Jest to nanoszenie powłok z atomów wybijanych z tzw. tarczy (ang. target), bombardowanej jonami.

Rozpylanie magnetronowe, jest udoskonaloną wersją metody PVD, w której podstawowy proces napyłania ograniczony był m.in. niską wydajnością jonizacji w plazmie.

Magnetrony wykorzystują fakt, iż pole magnetyczne jest skierowane równoległe do powierzchni docelowej, dzięki czemu zredukowany jest ruch wtórny elektronów w pobliżu tarczy. Rozpylanie magnetronowe umożliwia tworzenie powłok (cienkich warstw) o wysokiej czystości i niskiej porowatości. MSPVD charakteryzuje się również dużą prędkością osadzania cząsteczek i znakomitą adhezją materiału napyłonego.

Dzięki tej metodzie możliwe jest wykonanie powłok twardych, odpornych na ścieranie, które charakteryzują się niskim współczynnikiem tarcia, jak również powłok odpornych na korozję oraz powłok o specyficznych własnościach optycznych i elektrycznych [3].

2. OPIS URZĄDZENIA

Hybrydowy system osadzania próżniowego, serii MAGNION, model SPT320-PE, jest urządzeniem, które w swym działaniu wykorzystuje dwie metody osadzania par z plazmy: PECVD (ang. Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) oraz MSPVD (ang. Magnetron Sputtering Physical Vapour Deposition).

Urządzenie to, charakteryzuje się niższą temperaturą procesu, niż było to możliwe w konwencjonalnych urządzeniach. Temperatura ta wynosi maksymalnie 700 °C [4].

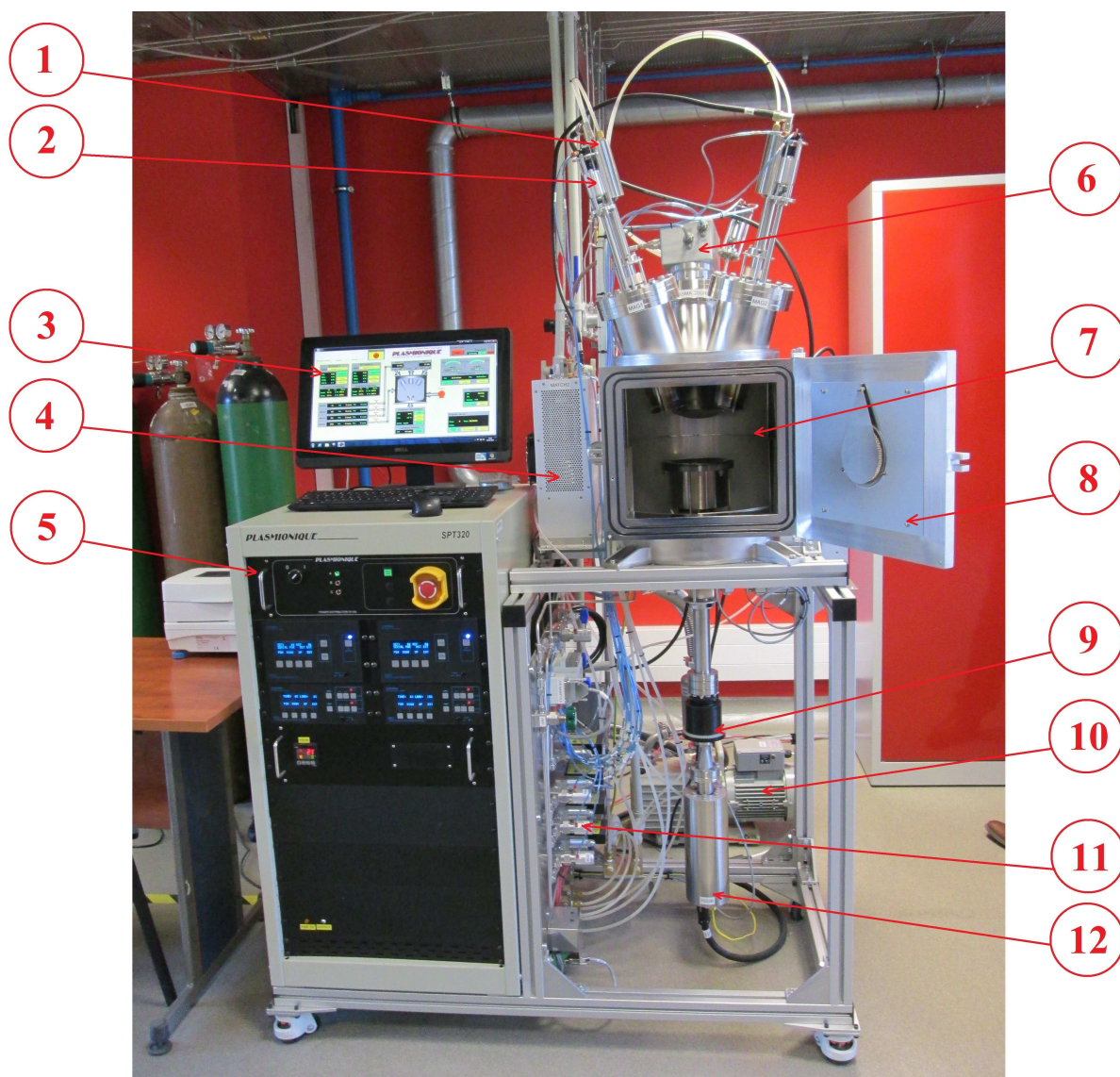
Sprężone powietrze jest regulowane w zakresie 60-80 psi, co wynosi 4 do 5 barów, powyżej ciśnienia atmosferycznego. Magnetron może być obsługiwany przez dwa zasilacze: RF (ang. Radio Frequency) i DC (ang. Direct Current), lecz opisywane urządzenie zostało wyposażone tylko w zasilacz RF.

Próbka podczas procesu, jest podgrzewana. Podgrzewacz jest zintegrowany z podłożem próbki. Źródłem ciepła jest element z węgla krzemu (rys. 4), który jest bardzo delikatny, przez co łatwo ulega zniszczeniu.

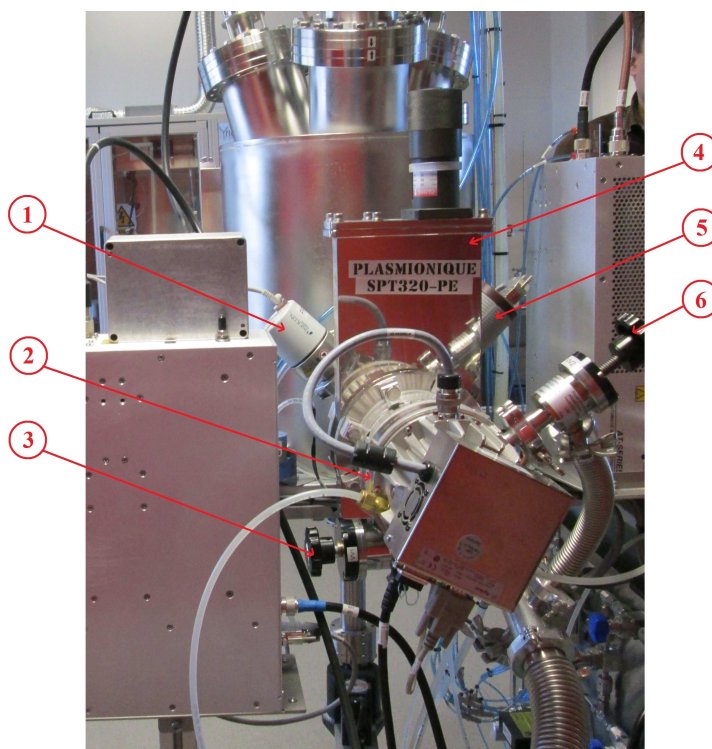
Głównymi elementami stanowiska badawczego, które przedstawia rysunek 1, są: zasilanie magnetronu (1), pneumatyczny mechanizm uruchamiający (2), system kontrolny z oprogramowaniem LabView (3), sieć automatycznie dopasowująca impedancję MATCH 2 (4), panel sterowania (5), skrzynka przyłączeniowa źródła mocy RF, gazu, wody i powietrza chłodzącego dla źródła plazmowego (6), komora systemu próżniowego wraz z uchwytem na próbkę (7), drzwi komory (8), mechanizm obrotu uchwyty próbki (9), aktuator (9), układ zarządzania gazami i płynami (10) oraz obudowa zasilacza z przyłączem termopary (12) [4].

Część tylna stanowiska badawczego (rys. 2), obejmuje manometr (1), pompę turbomolekularną (2), zawór obejściowy (3), zasuwę pomiędzy komorą, a pompą turbo (4), czujnik ciśnienia Baratron (5), zawór odcinający pompę turbo (6) [4].

Obudowa komory próżniowej jest wykonana ze stali nierdzewnej. Drzwi komory próżniowej wykonane są z gliny, a obserwację procesu umożliwia wizjer z borokrzemowego szkła.

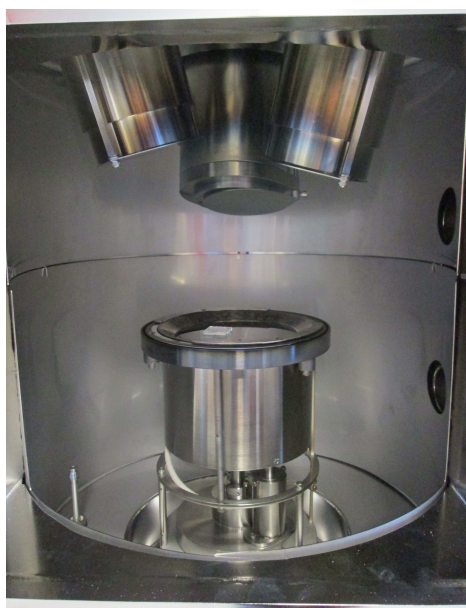


Rysunek 1. Stanowisko badawcze
Figure 1. Test stand



Rysunek 2. Tylna część stanowiska badawczego
Figure 2. The rear of the test stand

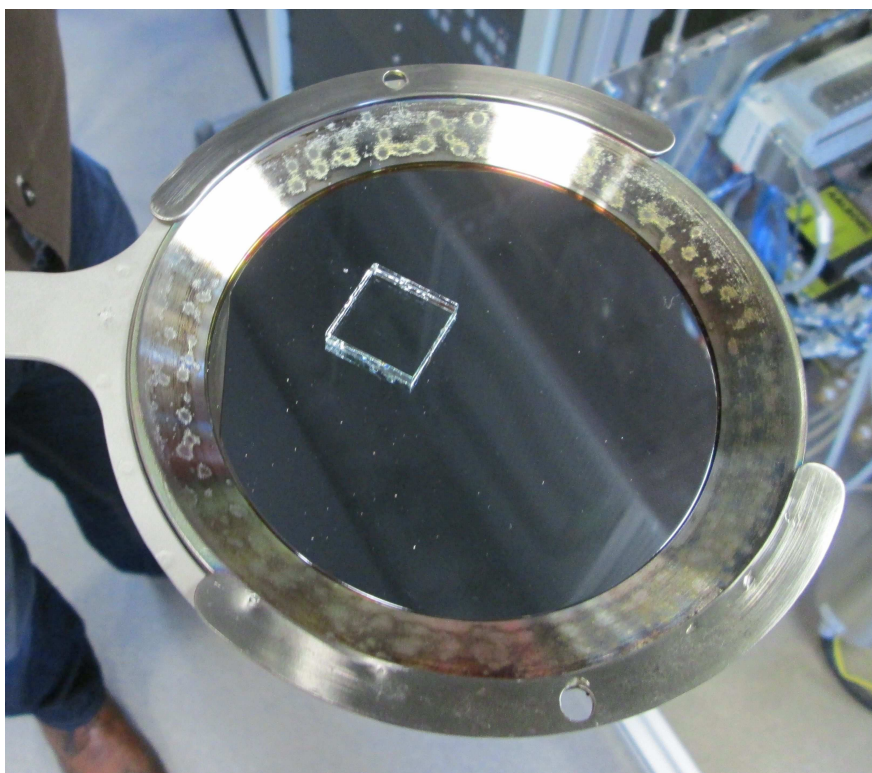
Komora próżniowa została wyposażona w dwa działa do rozpylania magnetronowego, które znajdują się w przedniej, górnej części komory oraz w źródło plazmy ICP serii PLUME, które znajduje się w głębi górnej części komory (rys.3) [4].



Rysunek 3. Komora próżniowa
Figure 3. The vacuum chamber

Podłoże, na którym umieszczane są próbki, znajduje się w dolnej części komory próżniowej. Rozmiar standardowej, półprzewodnikowej próbki wynosi 100 mm, lecz mogą być również wykorzystywane mniejsze, płaskie próbki, dopasowane do wkładki.

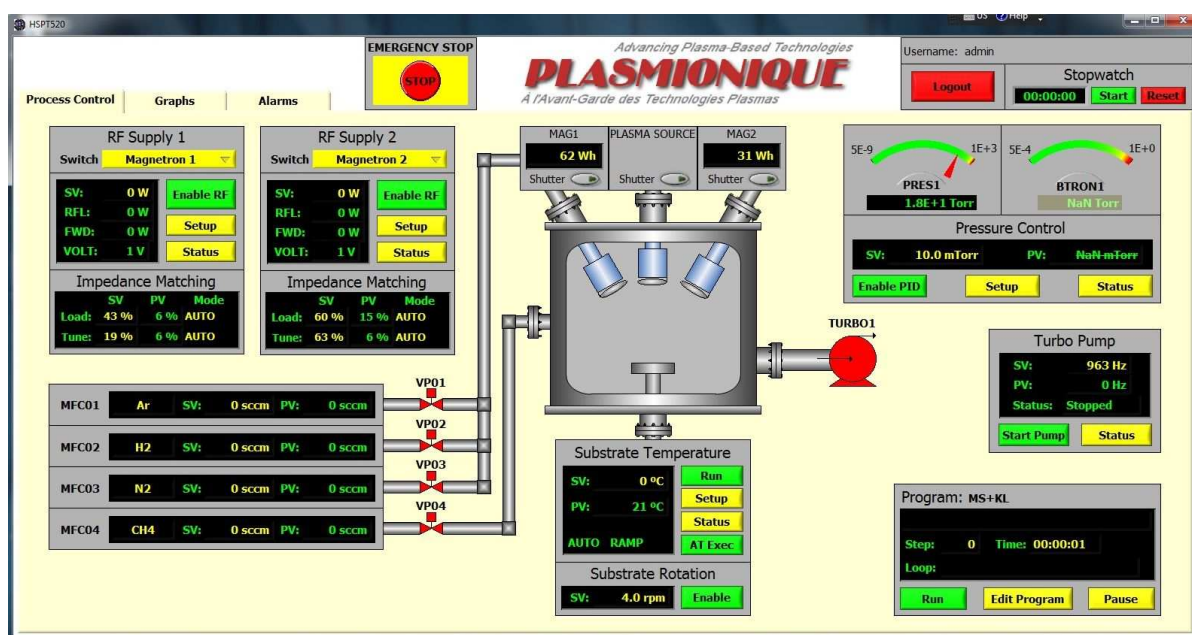
Magnetrony są przeznaczone dla próbek do 2 cali, jednak możliwe jest również stosowanie próbki o grubości 1/8 cali i 1/4 cali. Płytki których grubość nie przekracza 1/8 cala, wymagają zastosowania dodatkowo, odpowiednio zaprojektowanej termicznie przewodzącej podkładki (typu Inconel). W celu zminimalizowania oddziaływania wyładowania plazmowego pomiędzy anodą, a katodą stosuje się odstęp wynoszący około 0,8 mm [4]. Podstawę, na której, przed procesem napyłania jest umieszczana próbka, przedstawia rysunek 4.



Rysunek 4. Podstawa próbki
Figure 4. The base of sample

Na rysunku 5 przedstawiony został panel systemu kontrolnego, z oprogramowaniem LabView, który umożliwia nastawę oraz nadzór wszystkich niezbędnych parametrów procesu. Program ten, posiada interfejs przyjazny dla użytkownika, dzięki czemu, możliwa jest „intuicyjna” praca w tym programie.

Użytkownik ma możliwość manualnej lub automatycznej edycji programu. Manualna edycja programu, odbywa się „krok po kroku”, dzięki czemu, użytkownik może dostosować kluczowe parametry procesu.



Rysunek 5. System kontrolny
Figure 5. Control system

3. PODSUMOWANIE

Hybrydowy system osadzania próżniowego oferuje szerokie spektrum zastosowania w rozwoju wielowarstwowych powłok oraz możliwość syntezy zaawansowanych materiałów.

Opisane urządzenie jest aktualnie wykorzystywane min., do wytwarzania wielowarstwowych filtrów optycznych, do produkcji siatek metalowych w skali nano, metalizacji styków elektrycznych, jak również pozwala na wyrównanie procesów litograficznych (depozyt znaków). Metody PECVD i MSPVD, które są stosowane w tym urządzeniu, dają możliwość nanoszenia powłok o unikalnych właściwościach.

LITERATURA:

- 1.H. Pedersen, P. Larsson, A. Aijaz, J. Jensen, D. Lundin, A novel high-power pulse PECVD method, 2012, Surface & Coatings Technology, (206), 22, 4562-4566.
- 2.W. Hess, D.B. Graves, in: M.L. Hitchman, K.F. Jensen (Eds.), Chemical Vapor Deposition: Principles and Applications, Academic Press Ltd., San Diego, 1993, p. 385.
- 3.P.J. Kelly, R.D. Arnell, Magnetron sputtering: a review of recent developments and applications, 1999, Centre for Advanced Materials and Surface Engineering, University of Salford, Salford M5 4WT, UK.
- 4.Instrukcja obsługi, Plasmonique Hybrid Vacuum Deposition System, Model SPT320-PE, 2012.