

Józef FINAK
Andrzej KRZESIŃSKI
Instytut Fizyki - Politechnika Śląska

PRZYSTOSOWANIE NAPYLARKI NA-501 DO ROZPYLANIA KATODOWEGO

Streszczenie. W pracy przedstawiono sposób przystosowania napyłarki Na-501 do rozpylania katodowego w układzie diodowym, co pozwala na otrzymywanie cienkich warstw wielu materiałów nie stosowanych w technice naporowania próżniowego. Ponadto zamieszczono wyniki badań umożliwiających ocenę użyteczności urządzenia.

WSTĘP

Powszechnie stosowaną techniką otrzymywania cienkich warstw jest naporowanie w ultrawysokiej próżni. Jest jednak wiele materiałów, których cienkie warstwy mają duże zastosowanie, a które nie nadają się do naporowania z następujących względów

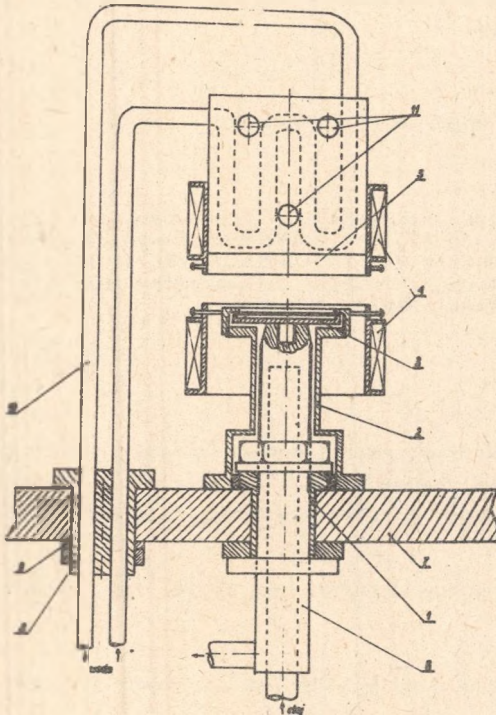
- duże straty materiałowe i co się z tym wiąże - duży koszt (np. naporowanie platyny),
- wysoka temperatura parowania,
- reagowanie w temperaturze parowania z materiałami stosowanymi na grzejniki,
- mała prężność par.

W otrzymywaniu cienkich warstw tych materiałów bardzo użyteczną okazuje się często metoda rozpylania katodowego. Rozpylanie katodowe polega na uwalnianiu cząstek materiału z powierzchni, pod wpływem uderzających w nią zjonizowanych atomów lub cząstek gazu. Najprostszą metodą wytwarzania jonów jest wyładowanie jarzeniowe [1]. W technice cienkowarstwowej stosuje się wiele wariantów rozpylania. Zostały one przedstawione w pracy [2].

2. STANOWISKO DO ROZPYLANIA KATODOWEGO

Projekt stanowiska do rozpylania katodowego wykonano na bazie posiadanej napyłarki NA-501, korzystając ze wskazówek zawartych w pracach [3] i [4]. Układ pompowy tej napyłarki daje możliwość uzyskania w komorze próżniowej ciśnienia 10^{-6} Tr. Na wstępie poczyniono następujące założenia projektowe:

- system dwuelektrodowy,
- $U_{\max} = 10 \text{ kV}$ $I_{\max} = 100 \text{ mA}$
- $B_{\max} = 10^{-2} \text{ T}$ $\phi_{\text{targetu}} = 50 \text{ mm}$



Rys. 1. Układ elektrodowy urządzenia do rozpylania katodowego

Zasilacz wysokonapięciowy wykonano w oparciu o transformator 10 kV i układ prostowniczy typu Gretza. Układ elektrodowy urządzenia do rozpylania katodowego przedstawia rys. 1.

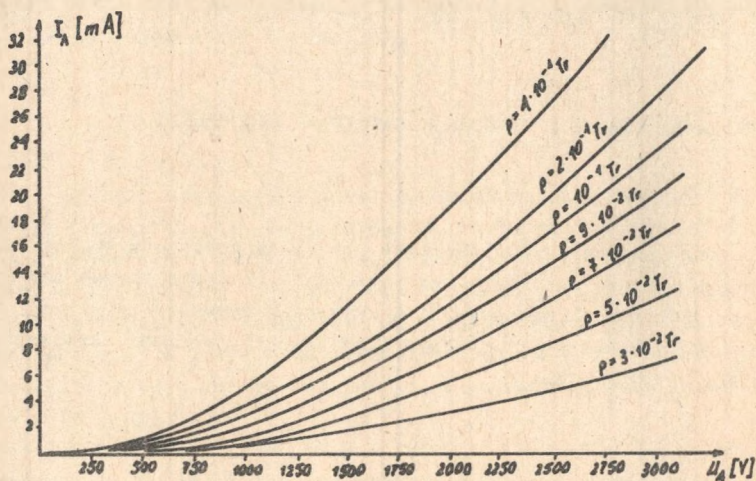
- Elektrode wysokonapięciową (6) przeprowadzono przez przepust znajdujący się w płycie podkładowej (7). Ze względu na stosunkowo dużą moc rozpylania (1 kW) elektroda ta wymaga chłodzenia. Zastosowano chłodzenie olejowe w obiegu zamkniętym z termostatem, co stwarza możliwość regulacji temperatury targetu (3).
- Izolację elektrody wysokonapięciowej od płyty podkładowej zapewnia teflonowa tulejka (1), która jednocześnie spełnia funkcję uszczelki.
- Katoda narażona jest na rozpylanie z całej powierzchni, co obniża znacznie prędkość rozpylania targetu i powoduje zachwianie stanu plazmy. W celu zabezpieczenia katody przed

tym szkodliwym zjawiskiem wykonano ekran (2). Ze względu na obszar cieni katodowej znajduje się on w odległości $d = 6 \text{ mm}$ od powierzchni katody. Przy większej odległości istnieje niebezpieczeństwo zapalenia się wyładowania między katodą a ekranem.

- Podczas procesu rozpylania stolik podłożowy bombardowany jest przez elektrony, co prowadzi do znacznego niekontrolowanego grzania podłoża. Regulację temperatury stolika uzyskano stosując wodne chłodzenie. Woda z sieci wodociągowej doprowadzona jest gumowymi węzami do odpowiednio wygiętej rurki miedzianej (10), którą przeprowadzono przez przepust (8). Do rurki tej przykręcono śrubami (11) dwuczęściowy stolik podłożowy (5). Dzięki takiemu mocowaniu uzyskano możliwość zmiany odległości między elektrodami. Odległość ta jest ważnym parametrem w rozpylaniu katodowym i konieczna jest możliwość jej regulacji.

- W stoliku (5) wyfrezowano rowki, w których umieszczono grzejniki wolframowe i termoparę, co pozwala na grzanie podłoża i pomiar ich temperatury.
- Pole magnetyczne o liniach sił równoległych do kierunku prądu jonowego umożliwia obniżenie ciśnienia roboczego. Cewki Hermholtza (4), zamocowane na stoliku i ekranie katody wytwarzają równomiernie pole magnetyczne o indukcji $B \leq 10^{-2}$ T.
- W początkowej fazie rozpylania targetu z jego powierzchni uwalniane są zanieczyszczenia zaadsorbowane przy zapowietrzonym kloszu. Zjawisko to powoduje zabrudzenie warstw i niepowtarzalność ich parametrów. Aby tego uniknąć zastosowano przysłonę podłoża dającą się obracać w dowolnej chwili.
- Gazy robocze ($Ar + O_2$) doprowadzono do komory próżniowej z butli wysokociśnieniowych poprzez dozujący zawór iglicowy.

Do kontroli objętościowego stosunku dozowanych gazów w komorze roboczej wykorzystano przepływomierze.



Rys. 2. Charakterystyka wyładowania jarzeniowego $I = f(U)$

Po zestawieniu stanowiska do rozpylania katodowego zmierzono charakterystykę wyładowania jarzeniowego $I = f(U)$ dla ciśnienia roboczego (p) jako parametru (rys. 2). Stwierdzono, że dla $U > 700$ V jest ona zbliżona do funkcji liniowej. Dla $p < 2,5 \cdot 10^{-2}$ Tr wyładowanie jarzeniowe jest bardzo niestabilne, natomiast dobrą stabilność uzyskano dla $p \geq 5 \cdot 10^{-2}$ Tr.

Użyteczność urządzenia sprawdzono rozpylając metale: Pt, Cu, Mo, Ta, W a także półprzewodniki: Si i ZnO. Jako podłoża wykorzystano szkiełka amorficzne oraz monokrystaliczne i uzyskano na nich czyste, równomiernie naniesione warstwy. Urządzenie wykorzystano również do trawienia jonowego metali i półprzewodników.

ZAKOŃCZENIE

Przedstawiono przystosowanie napyłarki NA-501 do rozpylania katodowego, pozostawiając jednocześnie możliwość wykorzystania jej do naporowania próżniowego. Dzięki zmianom konstrukcyjnym otrzymano uniwersalne stanowisko do wytwarzania cienkich warstw. W ten sposób w znacznym stopniu zwiększono użyteczność napyłarki NA-501 w zastosowaniu do techniki cienkowarstwowej i zlikwidowano potrzebę zakupu bardzo drogiego urządzenia do rozpylania katodowego.

LITERATURA

- [1] Berry R.W., Hall P.H., Hafris M.T.: Thin Film Technology. London 1968.
- [2] Praca zbiorowa: Technika warstwowa w mikroelektronice. WNT, Warszawa, 1973.
- [3] Putner T.: Thin Solid Films 1 No 2 September 1967.
- [4] Barna A., Barna P.B., Poczta J.F., Pozgai I.: Thin Solid Films. 5 No 4 April 1970, no 2 11(1970).

ПРИМЕНЕНИЕ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ К КАТОДНОМУ РАСПЫЛЕНИЮ

Р е з ю м е

В статье представлено применение вакуумной установки NA-501 к катодному распылению в диодной системе, что разрешает получать тонкие пленки много материалов, которых не применяются в технике вакуумного оппыления.

Кроме того показано результаты исследований делающих возможным оценку употребления устройства.

ADAPTATION OF VACUUM EVAPORATION EQUIPMENT TO D.C.
and R.F. SPUTTERING

S u m m a r y

The paper presents the method of adaptation of vacuum evaporator NA-501 to cathodic sputtering in diode system what permit the obtention of thin films of several materials not applied in vacuum evaporation method. The advantage of the equipment has been controlled during the work.