

Załącznik nr 2 do SWZ – Opis przedmiotu zamówienia

A. Nazwa Urządzenia.

Urządzenie do osadzania warstw atomowych ALD

B. Główne zastosowania Urządzenia.

Osadzanie atomowych warstw metali, półprzewodników i dielektryków na podłożach półprzewodnikowych

C. Przedmiot zamówienia wraz ze wszystkimi opcjami i elementami wyposażenia dodatkowego, w jakie powinno być wyposażone Urządzenie. Części składowe Urządzenia/systemu (jeśli możliwe jest ich wyodrębnienie). Spis części i materiałów eksploatacyjnych, z którymi ma być dostarczone Urządzenie.

- I. Urządzenie musi umożliwiać prowadzenie termicznych procesów ALD oraz procesów ALD wspomaganych plazmowo z odległym źródłem plazmy
- II. Możliwość prowadzenia termicznych lub wspomaganych plazmowo procesów ALD bez konieczności wprowadzania zmian sprzętowych
- III. Komora procesowa
 1. wykonana z jednolitego bloku aluminium
 2. możliwość grzania ścian komory do temperatury przynajmniej 150 °C
 3. wewnętrzne osłony komory wymienne i łatwo demontowane na potrzeby okresowego czyszczenia
 4. maksymalny dopuszczalny przeciek do komory pod próżnią roboczą poniżej 1 mTorr/min przy zapowietrzonej śluzie
 5. próżnia robocza 5×10^{-6} mTorr lub lepsza
 6. czas osiągnięcia próżni 1×10^{-5} Torr: <30 minut
 7. 2 porty przystosowane do podłączenia elipsometru umożliwiającego pomiary warstw *in situ*
 8. port od podłączenia dodatkowego modułu pomiarowego (np. pomiar emisji optycznej)
- IV. Możliwość prowadzenia procesów na podłożach półprzewodnikowych o średnicach 8, 6, 4, 2 cali oraz na podłożach o nieregularnych kształtach o minimalnych rozmiarach 5x5 mm o grubości do 10 m
- V. Elektroda dolna
 1. średnica przynajmniej 240 mm
 2. wyposażona w grzałkę umożliwiającą grzanie elektrody do +550 °C
 3. jednorodność temperatury elektrody ± 2 °C lub lepsza
 4. dopasowana do pracy z podłożami o średnicach 8, 6 i 4 cale
 5. połączona z generatorem RF o częstotliwości 13,56 MHz, o mocy przynajmniej 250 W ze współpracującym układem automatycznego dopasowania impedancji
 6. układ automatycznego dopasowania impedancji sprzężony bezpośrednio z elektrodą bez dodatkowych przewodów
 7. układ automatycznego dopasowania impedancji sterowany z poziomu oprogramowania z możliwością pracy w trybach: w pełni automatycznym, w automatycznym z zadanymi początkowymi parametrami dopasowania i w ręcznym (ręczne ustawianie parametrów).
 8. możliwość edycji nastaw parametrów układu automatycznego dopasowania wpływających na proces dopasowania impedancji (np. wzmocnienia, parametry początkowe, parametry docelowe, itp.)
- VI. Źródło plazmy
 1. źródło plazmy odległej wzbudzonej indukcyjnie
 2. typ źródła: helikalny
 3. wyposażone w osłony elektrostatyczne
 4. wyposażone w generator RF o częstotliwości 13,56 MHz o mocy przynajmniej 550 W ze współpracującym układem automatycznego dopasowania impedancji
 5. układ automatycznego dopasowania impedancji sprzężony bezpośrednio ze źródłem plazmy wzbudzonej indukcyjnie bez dodatkowych przewodów
 6. układ automatycznego dopasowania impedancji sterowany z poziomu oprogramowania z możliwością pracy w trybach: w pełni automatycznym, w automatycznym z zadanymi początkowymi parametrami dopasowania i w ręcznym (ręczne ustawianie parametrów).
 7. możliwość edycji parametrów układu automatycznego dopasowania wpływających na proces dopasowania (np. wzmocnienia, parametry początkowe, parametry docelowe, itp.)

VII. System automatycznych zabezpieczeń zapobiegający awariom związanym np. z brakiem mediów, przekroczeniem bezpiecznych parametrów procesów, itp.

VIII. System próżniowy komory

1. sucha pompa próżni wstępnej o wydajności przynajmniej 450 m³/godz. przystosowaną do pracy z wyszczególnionymi gazami procesowymi i prekursorami
2. wyposażony w grzaną pompę turbomolekularną o wydajności przynajmniej 450 l/s przystosowaną do pracy z wyszczególnionymi gazami procesowymi i prekursorami.
3. pompa turbomolekularna ustawiona poziomo tak, aby uniknąć możliwości wpadnięcia próbki do pompy
4. wszystkie zawory systemu próżniowego sterowane z poziomu oprogramowania urządzenia
5. manometr pojemnościowy kontrolujący ciśnienie w trakcie procesu do 250 mTorr
6. manometr pojemnościowy kontrolujący ciśnienie w trakcie procesu do 5 Torr
7. przesłona chroniąca manometry przed osadzaniem materiału w trakcie procesu
8. szybki zawór kontrolujący automatycznie ciśnienie w trakcie procesu na podstawie sygnału z manometru pojemnościowego:
 - a. czas reakcji <150 ms
 - b. średnica 100 mm lub większa
 - c. możliwość prowadzenia procesów ze zmianą ciśnienia w ramach pojedynczego cyklu ALD
9. linie próżniowe muszą posiadać możliwość grzania przynajmniej do 100 °C
10. zależnie od wymagań procesu możliwość wykorzystania w procesie pompy turbomolekularnej lub tylko pompy próżni wstępnej
11. układ wyposażony w pułpkę poprocesową tzw. cold trap

IX. System dostarczania gazów procesowych

1. przystosowany do pracy z 6 liniami gazowymi z możliwością późniejszego zamontowania przynajmniej 2 dodatkowych linii
2. każda linia gazu procesowego musi być wyposażona co najmniej w:
 - a. kontroler przepływu
 - b. zawór odcinający umieszczony za kontrolerem przepływu sterowany z poziomu oprogramowania
 - c. filtr cząstek stałych o rozmiarze ok. 2 µm
3. każda linia niebezpiecznego gazu procesowego (gazy wybuchowe, toksyczne itp.) musi być dodatkowo wyposażona w:
 - a. monitorowany i sterowany przez oprogramowanie zawór zabezpieczający wytrzymujący ciśnienie minimum 5 bar umieszczony przed kontrolerem przepływu
 - b. obejście kontrolera przepływu umożliwiające wypłukanie linii obojętnym gazem
4. wszystkie linie gazowe muszą być elektropolerowane i spawane orbitalnie
5. połączenia skręcane muszą być typu VCR lub co najmniej równoważnego
6. wyposażony w linie gazowe dostosowane do gazów:
 - a. N₂
 - b. Ar
 - c. SF₆
 - d. O₂
 - e. H₂
 - f. H₂S

X. System dozowania prekursorów

1. szafa dedykowana na podłączenia prekursorów:
 - a. z wyciągiem
 - b. z zabezpieczeniami przed niepożądaną ingerencją
 - c. zapewniająca bezpieczną wymianę prekursorów (np. glove box, wyciąg itp.)
 - d. możliwość podłączenia przynajmniej 6 prekursorów ciekłych lub stałych
 - e. każdy z prekursorów grzany niezależnie z kontrolą temperatury z poziomu oprogramowania głównego w zakresie 40-180 °C lub szerszym
 - f. objętość zbiornika na prekursor >150 ml
 - g. każde z podłączeń musi mieć możliwość używania w trybie wysokiej lub niskiej prędkości par oraz barbotażu gazem nośnym
 - h. każda z linii prekursorów wyposażona w szybkie zawory typu ALD dozujące prekursor
2. dedykowane, osobne podłączenie dla wody
3. wlot gazów od procesów termicznych: bezpośrednio do komory

4. wlot gazów do procesów plazmowych: bezpośrednio do źródła plazmy
5. linie prekursorów grzane przynajmniej do 180 °C
6. zawory ALD:
 - a. grzane przynajmniej do 180 °C
 - b. czas przełączania (czas otwarcie lub zamknięcia): 10 ms lub krótszy
 - c. czas cyklu od otwarcia do zamknięcia: 150 ms lub krótszy
7. linia gazu nośnego do barbotażu prekursorów wyposażona w kontroler przepływu sterowany z poziomu oprogramowania

XI. Śluza załadowcza

1. wykonana z jednolitego bloku aluminium
2. przystosowana do pojedynczych podłoży o średnicach 8, 6, 4 cali
3. objętość wewnętrzna śluzy <7 l
4. wyposażona w suchą pompę próżni wstępnej o wydajności przynajmniej 15 m³/godz. i pompę turbomolekularną o wydajności przynajmniej 70 l/s
5. zawór próżniowy między śluzą załadowczą, a komorą procesową
6. wyposażona w próżniomierze Penninga i Piraniego lub równoważne dla pełnego pokrycia zakresu od ciśnienia atmosferycznego do wysokiej próżni
7. procedura odpompowywania, zapowietrzania i załadunku/wyładunku próbki sterowana z poziomu głównego oprogramowania
8. możliwość automatycznego załadowania próbki przed procesem i wyładowania po procesie
9. czujnik obecności próbki zapobiegający przeprowadzeniu procesu bez próbki

XII. Oprogramowanie sterujące urządzeniem

1. sterowanie przez komputer PC oraz system PLC;
2. szybki system PLC steruje urządzeniem w czasie rzeczywistym;
3. system PC spełniający następujące parametry:
 - a. Zainstalowany system operacyjny Windows 10 LTSC lub równoważny. Parametry równoważności:
 1. Zainstalowany system niewymagający ręcznego wpisywania klucza licencyjnego i aktywacji za pomocą telefonu lub Internetu;
 2. Pełna integracja z domeną Active Directory MS Windows (posiadaną przez Zamawiającego) opartą na systemie Windows Server 2012;
 3. Zarządzanie komputerami poprzez Zasady Grup (GPO) Active Directory MS Windows (posiadaną przez Zamawiającego), WMI;
 4. Pełna integracja z VPN FortiClient, Microsoft Office 365, Exchange 2019;
 5. Graficzny interfejs w języku polskim i/lub angielskim
 6. Wszystkie w/w funkcjonalności nie mogą być realizowane z zastosowaniem wszelkiego rodzaju emulacji i wirtualizacji Microsoft Windows 10;
 7. W przypadku systemu operacyjnego równoważnego należy podać jego nazwę w ofercie oraz załączyć oświadczenie i dokumenty potwierdzające równoważność systemu operacyjnego (dokumenty te stanowią integralną ofertę i nie podlegają uzupełnieniu).
 - b. Odzyskiwanie systemu operacyjnego: partycja recovery lub dołączony nośnik zewnętrzny, umożliwiający przywrócenie systemu operacyjnego do stanu początkowego.
 - c. Wbudowana karta sieciowa ze złączem RJ-45 1000 Mb/s z obsługą IEEE 802.1x.
 - d. W przypadku braku możliwości dostarczenia komputera z systemem operacyjnym opisanym powyżej zamawiający dopuszcza możliwość użycia komputera pośredniczącego w komunikacji z urządzeniem spełniającego opisane wymagania.
4. systemy PLC oraz PC są połączone ze sobą, umożliwiając komunikację,
5. sterowanie musi zapewniać kontrolę nad wszystkimi częściami dostarczonego urządzenia
6. podgląd na żywo parametrów procesu
7. możliwość tworzenia dowolnej liczby recept procesowych z obsługą procesów z krótkimi etapami o długości 10 ms lub krótszej z dokładnością przynajmniej 1 ms
8. wielopoziomowy mechanizm nadawania praw dostępu i uprawnień dla użytkowników
9. rejestracja parametrów procesów z interwałami ≤ 250 ms z możliwością eksportowania zapisanych parametrów do plików tekstowych
10. dostęp do trybu serwisowego urządzenia umożliwiający ręczną kontrolę nad elementami urządzenia (np. zawory, pompy, transport próbki itp.) z pominięciem niektórych systemów bezpieczeństwa
11. moduł umożliwiający diagnozę kontrolerów przepływu gazów oraz sprawdzenie przecieków systemu próżniowego
12. kontrola wszystkich stref grzania z poziomu oprogramowania

- XIII. Komora musi posiadać możliwość połączenia w zespół współpracujących komór ze wspólnym systemem ładowania i transferu próbek:
1. transfer próbek między komorami i śluzami bez wyjmowania ich z próżni
 2. możliwe sekwencyjne prowadzenie procesów w różnych komorach według zaprogramowanych recept
 3. stacja transferowa umożliwiająca podłączenie przynajmniej 2 śluz i 4 komór procesowych
 4. śluza załadownicza dostosowana do kaset na 25 sztuk krzemowych podłoży 8 calowych
 5. śluza wyładownicza dostosowana do kaset na 25 sztuk krzemowych podłoży 8 calowych
 6. wspólny system transferu próbek między komorami i śluzą z możliwością transferu próbki z dowolnej śluzy lub komory do dowolnej innej śluzy lub komory.
 7. system detekcji obecności próbki
 8. wyposażony w oprogramowanie integrujące sterowanie wszystkimi podłączonymi komorami, śluzami i transferem próbek.
- XIV. Systemy bezpieczeństwa
1. Urządzenie będzie wyposażone w system bezpieczeństwa zapewniający informację operatorowi o alarmach
 2. Urządzenie będzie wyposażone w system awaryjnego wyłączenia urządzenia.
- XV. Stół perforowany ze stali nierdzewnej o wymiarach 1500 x 760mm i wysokości 900 mm do laboratorium clean-room (ISO 5) – 1 szt.
- XVI. Krzesło obrotowe do laboratorium clean-room (ISO 5) – 2 szt.
- XVII. Komplet dokumentacji do Urządzenia w języku polskim i/lub angielskim, w tym przynajmniej:
1. instrukcja obsługi urządzenia
 2. pełne schematy elektryczne urządzenia
 3. instrukcja obsługi oprogramowania dostarczonego wraz z urządzeniem.
- XVIII. Transport, wniesienie oraz instalacja urządzenia w tym podłączenie do wszystkich niezbędnych mediów (np. gazy procesowe, próżnia, sprężone powietrze, woda chłodząca, wyciąg gazów procesowych oraz zasilanie elektryczne) jest po stronie wykonawcy w tym materiały niezbędne do przeprowadzenia prac instalacyjnych.
- XIX. Możliwość rozbudowy o moduł pomiaru emisji optycznej na potrzeby kontroli procesów:
1. możliwość podłączenie modułu pomiaru emisji optycznej do portu wyszczególnionego powyżej
 2. moduł wyposażony w wymienny filtr optyczny dla wybranej długości fali
 3. zakres spektralny 200-800 nm lub szerszy
 4. oprogramowanie pozwalające na zbieranie danych z modułu pomiaru emisji optycznej

D. Minimalne akceptowane parametry techniczne (zarówno samego Urządzenia, jak i elementów wyposażenie dodatkowego), jakie powinno spełniać zamawiane Urządzenie.

- I. Możliwość prowadzenia procesów na podłożach półprzewodnikowych o średnicach 8, 6, 4, 2 cali oraz na podłożach o nieregularnych kształtach o minimalnych rozmiarach 5x5 mm o grubości do 10 mm
- II. Elektroda dolna pracująca przynajmniej do temperatury +550 °C lub więcej
- III. Generator dolnej elektrody:
 1. częstotliwość: 13,56 MHz
 2. moc ≥ 250 W
- IV. Generator źródła plazmy wzbudzonej indukcyjnie
 1. częstotliwość: 13,56 MHz
 2. moc ≥ 550 W
- V. Oba generatory wyposażone w automatyczny układ dopasowania impedancji
- VI. System próżniowy:
 1. wyposażony w pompę turbomolekularną
 2. wyposażony w automatyczną śluzę załadowniczą
- VII. System dostarczania gazów:
 1. wyposażony w linie gazowe dostosowane do gazów:
 - a. N₂
 - b. Ar
 - c. SF₆
 - d. H₂
 - e. H₂S
- VIII. Zgodność ze standardem CE
- IX. Zgodność ze standardem ISO 14001: 2004
- X. Zgodność ze standardem Machinery Directive - 2006/42/EC
- XI. Zgodność ze standardem Low Voltage Directive – 2006/95/EC
- XII. Zgodność ze standardem EMC Directive – 2004/108/EC

E. Nietypowe parametry urządzenia i/lub jego wyposażenia istotne ze względu na sposób użytkowania, czy instalację. Wymagania co do wymiarów i masy urządzenia.

- I. Urządzenie musi być kompatybilne z klasą czystości pomieszczenia ISO 5.
- II. Wymiary poszczególnych elementów urządzenia muszą umożliwiać ich transport wewnątrz budynku do miejsca instalacji Urządzenia przez drzwi o wymiarach otworu: szerokość 150 cm i wysokość 250 cm.
- III. Wymiary urządzenia w stanie gotowym do pracy muszą uwzględniać wysokość przestrzeni między sufitem podwieszanym i podniesioną podłogą laboratorium, która wynosi 270 cm.
- IV. Wymiary zmontowanego urządzenia wraz z jego strefą serwisową muszą mieścić się wewnątrz wyznaczonych linii ograniczających powierzchnię posadowienia urządzenia zaznaczonych na planie rozmieszczenia urządzeń (miejsce posadowienia urządzenia opisane w punkcie I).
- V. Maksymalna masa urządzenia musi uwzględniać przyjęte maksymalne średnie obciążenie użytkowe podłogi wynoszące 5 kN/m².
- VI. Sposób montażu elementów wyposażenia urządzenia musi być przeprowadzony w sposób minimalizujący przenoszenie drgań na konstrukcję budynku.
- VII. Pompy próżni wstępnej wymienione powyżej zostaną umieszczone w odległości około 5 m od urządzenia.
- VIII. Wykonawca musi dysponować laboratorium wdrożeniowym, w którym testuje i opracowuje nowe technologie, którego wyniki są dostępne dla klientów kupujących urządzenia, których te technologie dotyczą.
- IX. Laboratorium wdrożeniowe wykonawcy urządzenia musi także oferować wsparcie technologiczne, a w przypadkach opracowywania przez Zamawiającego nowych technologii pełnić rolę partnera na podstawie sformułowanej na tę okoliczność umowy o współpracy.
- XIII. Doświadczenie i wsparcie producenta:
 1. gwarancja dostępu do części eksploatacyjnych przez okres minimum 10 lat od momentu odbioru urządzenia
 2. dożywotnie i darmowe wsparcie zdalne procesowe potwierdzone minimum 10 latami oferowania takiego wsparcia
 3. laboratorium musi znajdować się w Europie
 4. czas od zgłoszenia usterki do wizyty specjalisty producenta lub autoryzowanego serwisu producenta nie więcej niż 3 dni
 5. minimum 20 specjalistów procesowych pracujących w laboratorium producenta
 6. producent musi być w stanie przedstawić listę minimum 20 systemów takiego samego typu jak urządzenie specyfikowane zainstalowanych na świecie
- X. Gwarancja producenta na urządzenie: minimum 12 miesięcy od momentu uzyskania pozytywnych wyników wszystkich testów akceptacyjnych.

F. Parametry techniczne instalacji i mediów technicznych dostępne w miejscu instalacji Urządzenia.

- I. W pomieszczeniu instalacji B3.21 przewidziano następujące media:
 1. centralny N₂ – azot gazowy
 2. centralne, sprężone powietrze
 3. centralna woda chłodząca o przepływie do 20 l/min. W przypadku wymaganego wyższego przepływu konieczne jest uwzględnienie w ofercie dodatkowego systemu chłodzącego (chiller lub inny układ chłodzący), kompatybilnego z instalacją techniczną laboratorium
- II. W pobliże urządzenia (zakończenie linii w odległości <1 m od planowanego miejsca podłączenia) zostaną doprowadzone linie gazów procesowych wymienionych powyżej
- III. Zasilanie:
 1. 408 V, 3 fazy
 2. 230 V, 1 faza
- IV. Gniazdo Ethernet z połączeniem do Internetu

G. Kryteria odbioru Urządzenia. Minimalne wymagania na uzyskane rezultaty w testach Urządzenia u Producenta i po zainstalowaniu, wraz ze zdefiniowaniem metod pomiarowych, materiałów użytych do pomiarów oraz parametrów urządzeń pomiarowych użytych do testów.

Odbiór urządzenia jest dwuetapowy. Etap pierwszy polega na wykonaniu poniższych testów u producenta z wyłączeniem testów będących procesami technologicznymi. Etap drugi polega na wykonaniu poniższych testów po zainstalowaniu urządzenia w miejscach wskazanych w punkcie I.

- I. Etap I - testy fabryczne - w ramach testu akceptacyjnego, przed wysyłką urządzenia z miejsca produkcji, zostanie sprawdzona poprawność działania wszystkich układów i elementów urządzenia w tym przynajmniej:
 1. działanie systemów bezpieczeństwa urządzenia
 2. działanie elementów zarządzania (np. pompowanie, grzanie, działanie zaworów, działanie interferometru laserowego, działanie kontrolerów przepływu itp.)
 3. sterowanie procesami i urządzeniem przez oprogramowanie
 4. procedury serwisowe (np. wymian uszczelek i inne)

5. typowe procedury związane z użytkowaniem urządzenia jak np. załadunek i wyładunek próbek, uruchamianie recept procesów itp.

Zamawiający rezerwuje sobie prawo do wizyty akceptacyjnej w siedzibie producenta przed dostawą urządzenia do siedziby zamawiającego.

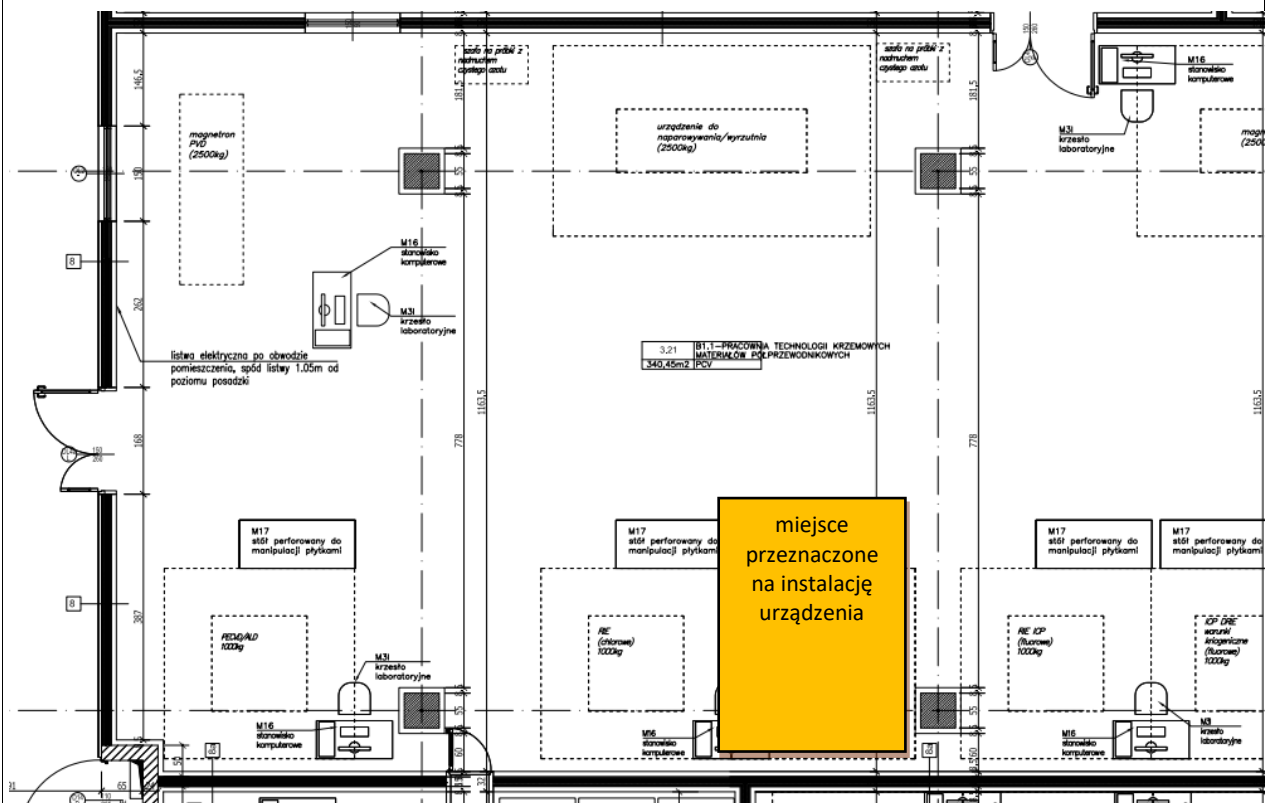
II. Etap II - testy po zainstalowaniu urządzenia u zamawiającego - w ramach testów akceptacyjnych zostanie przeprowadzone sprawdzenie poprawności działania wszystkich układów i elementów urządzeń oraz przeprowadzenie procesów testowych według norm producenta w tym przynajmniej:

1. plazmowy oraz termiczny proces ALD powłoki Al_2O_3 z czasem cykli poniżej 5 s
2. proces SiN_x ALD w temperaturze $350\text{ }^\circ\text{C}$ z zawartością tlenu poniżej 5% w materiale

Pomiary powtarzalności i rozrzutu głębokości trawień oraz jednorodności procesów muszą być wykonane zgodnie z regułami sztuki.

H. Dokładne miejsce dostawy, instalacji i uruchomienia urządzenia.

Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii CEZAMAT, ul. Poleczki 19, 02-822 Warszawa, budynek technologiczny, piętro 3, pomieszczenie 3.21.



I. Zakres przeprowadzenia instruktażu.

I. Zakres instruktażu obejmuje:

1. obsługi urządzenia,
2. konserwacji technicznej urządzenia,
3. instruktaż aplikacyjny,
4. obsługi programu sterującego, warunków bezpieczeństwa, bieżących prac serwisowych.

II. Instruktaż musi być przeprowadzony przez osobę z doświadczeniem w zakresie procesów wymienionych powyżej.

J. Prawo opcji

I. Rozbudowa o moduł pomiaru emisji optycznej na potrzeby kontroli procesów:

1. możliwość podłączenie modułu pomiaru emisji optycznej do portu wyszczególnionego powyżej
2. moduł wyposażony w wymienny filtr optyczny dla wybranej długości fali
3. zakres spektralny 200-800 nm lub szerszy
4. oprogramowanie pozwalające na zbieranie danych z modułu pomiaru emisji optycznej

II. Dodatkowa linia bezpiecznego gazu procesowego:

1. linia gazu procesowego musi być wyposażona co najmniej w:
 - a. kontroler przepływu

- b. zawór niskiego ciśnienia umieszczony za kontrolerem przepływu
- c. filtr cząstek stałych o rozmiarze ok. 2 μm
- 2. wszystkie linie gazowe muszą być elektropolerowane i spawane orbitalnie

III. Dodatkowa linia niebezpiecznego gazu procesowego

- 1. każda linia gazu procesowego musi być wyposażona co najmniej w:
 - a. kontroler przepływu
 - b. zawór niskiego ciśnienia umieszczony za kontrolerem przepływu
 - c. filtr cząstek stałych o rozmiarze ok. 2 μm
- 2. każda linia niebezpiecznego gazu procesowego (gazy wybuchowe, toksyczne itp.) musi być dodatkowo wyposażona w:
 - a. monitorowany i sterowany przez oprogramowanie zawór zabezpieczający umieszczony przed kontrolerem przepływu
 - b. obejście kontrolera przepływu umożliwiające wypłukanie linii obojętnym gazem
- 3. wszystkie linie gazowe muszą być elektropolerowane i spawane orbitalnie

IV. Komplet części eksploatacyjnych obejmujący co najmniej standardowy zestaw części stosowany podczas przeglądu prewencyjnego urządzenia

V. 5 sztuk okienek stosowanych w portach bocznych komory wraz z zestawem uszczelek i filtrów (jeśli są tam stosowane)

VI. Dodatkowy zestaw wewnętrznych osłon komory

VII. Prekursory do procesów osadzania o objętości 150 ml każdy :

- 1. SiO_2
- 2. SiN
- 3. TiN
- 4. TiO_2
- 5. Al_2O_3
- 6. MoS_2
- 7. MgF_2
- 8. HfO_2
- 9. ZnO