Příloha č. 1 -**Technická specifikace**

**Technická specifikace**

**Systém ALD s indukčně vázanou plazmou**

**Úvod:**

Předmětem je dodávka systému pro depozici atomárních vrstev (ALD). Cílem je pořízení pokročilého zařízení pro depozici atomárních vrstev, které umožní realizaci jak tepelných, tak plazmových ALD procesů včetně plazmové diagnostiky a pokročilého řízení procesních parametrů. Systém bude použit pro výzkum a vývoj pokročilých materiálů na úrovni jednotlivých atomů a tenkých vrstev pro aplikace v oblasti nanotechnologií, fotokatalýzy a elektrochemie.

**Obecné požadavky**

* Systém musí umožňovat jak tepelné, tak plazmové procesy s možností jejich kombinace v rámci jednoho cyklu.
* Zařízení musí mít plně automatizovaný systém řízení s podporou vzdáleného monitoringu a ovládání.
* Vysoká stabilita procesních podmínek a opakovatelnost depozičních cyklů.

**Reakční komora**

* Vyrobena z jednoho bloku hliníku, vyhřívaná na 150°C k zabránění kondenzace prekurzorů.
* Hladký vnitřní tvar bez mrtvých zón pro rychlé proplachování.
* Snadno vyjímatelná vnitřní komora pro čištění (2 sady).
* Rychlé otevření komory (1 minuta po odvzdušnění). Po otevření komory musí být možnost úplného přístupu k elektrodám a komoře. Tento požadavek je nutný vzhledem k plánovaným výzkumným aktivitám.

**Výkon vakuového systému a vakuových pump**

* Mezní tlak v reaktoru nejméně: < 5 \* 10⁻⁶ Torr
* Doba trvání vyčerpání z atmosférického tlaku na 1 \* 10⁻⁵ Torr: méně než 20 minut

**Plazmový zdroj**

* Vzdálený plazmový zdroj na bázi induktivně vázaného plazmatu (ICP) s průměrem <= 75 mm.
* ICP typ – helical
* Plazmový generátor s přímým spojením s automatickou přizpůsobovací jednotkou s vakuovými kondenzátory
* Radiofrekvenční (RF) zdroj 13,56 MHz s automatickým laděním a výkonem min 600 W.
* Pozice hodnot kapacitátorů přizpůsobovací jednotky jsou nastavitelné, jako parametry depozičního procesu.
* Pokročilý analyzátor atomové hmotnostní (AMU) jednotky s dataloggingem.
* Vakuové kapacitátory jsou ovládány DC servo motory
* Plazmový zdroj lze generovat minimálně při tlaku 10 mTorr.

**Podložka substrátu**

* Průměr: 240 mm, elektricky uzemněná, vhodná pro umístění substrátů až do průměru 200 mm pomocí systému loadloc (viz níže). Možnost otevřeného umístění substrátů. Otevřené nakládání komory je možné bez přerušení dodávky plynu nebo par.
* Teplotní plošná homogenity podložky < ±2.0°C při 400°C.
* Regulace teploty podložky: < ±1,0 °C.
* Elektroda s předpětím (BIAS) při 550 °C, RF generátor 300 W, 13,56 MHz, s přímým připojením s přizpůsobovací jednotkou. Pozice kapacitních kondenzátorů: Volitelné jako procesní parametry. Pokročilý AMU s protokolováním dat.
* Vzduchem chlazené kapacitátory řízené DC servo-motorem.

**Loadlock systém**

* Nezávisle čerpaný vakuový loadlock s automatickým přenosem waferů.
* Plně automatizovaný loadlock pro jednotlivé wafery s nízkým objemem (< 7 litrů).
* Podporované rozměry waferů: 3" až 8" wafery mohou být přímo manipulovány v loadlocku.
* Menší wafery a vzorky: Mohou být umístěny na nosné wafery nebo desky.
* Maximální výška substrátu: 9 mm.
* Ventil MonoVAT: Průmyslový standard pro wafery až do průměru 200 mm.
* Suché procesní čerpadlo: Výkon >= 15 m³/h.
* Senzor waferu: Možnost deaktivace.
* Manipulace s waferem: Možnost nakládání/vykládání 200 mm waferu pomocí vakuových pinzet.

**Plynový systém**

* Plynový modul: Samostatně umístěný pro maximálně 10 plynových linek řízených MFC pro plazmové plyny a plynové prekurzory pro tepelné procesy.
* Konfigurace plynových linek: H₂S nebo SF₆; N₂; H₂ (s obtokem a vnitřně kovově utěsněným MFC); Ar; O₂.

**Měření tlaku**

* Kapacitní manometry: Rozsah: 250 mTorr a 5 Torr. Ochranný deflektor proti usazování během depozice pro dlouhodobou stabilitu
* Měření procesního tlaku: Kapacitní manometr musí měřit tlak během procesu ALD.
* Systém musí obsahovat Penningův měřič tlaku**,** pro přesné měření nízkých tlaků.

**Řízení procesu**

* **ALD ventily Swagelok:**
  + Teplotně řízené až do 200 °C
  + Ovládání ventilů s minimálním rozlišením 10 ms ± 1 ms
* **Rychlý automatický regulátor tlaku:**
  + Doba odezvy otevření/zavření: 150 ms
* **Řízení hmotnostního průtoku argonu:**
  + MFC propojen s rychlým systémem odklonu pro krátké bublání a proplachování
  + Včetně odklonu do výfuku komory (foreline)

**Konfigurace čerpání**

* **Čerpací potrubí:**
  + Průměr >= 100 mm, vyhřívatelné až na 120 °C
* **Turbomolekulární pumpa:**
  + Kompatibilní s korozivním prostředím
  + Výkon čerpání 450 litrů/s, s vyhříváním systému
* **Suché čerpadlo:**
  + Minimální rychlost čerpání 450 m³/h, chemická řada
* **Automatický pohotovostní režim pro proplach dusíkem.**
* **Automatický regulátor tlaku (APC):**
  + Průměr >= 100 mm, doba odezvy 150 ms
  + Umožňuje různé procesní tlaky během jednoho ALD cyklu
* **Vysokovakuové uzavírací ventily:**
  + 100 mm k turbomolekulárnímu čerpadlu
  + 100 mm k suchému čerpadlu
* **Volba procesního čerpadla:**
  + Obě čerpadla mohou být použita jako procesní čerpadla
* **Vyhřívání potrubí čerpadla:**
  + Elektrické vyhřívání potrubí pro zvýšení účinnosti procesu

**Porty analytické komory**

* **Konfigurace portů:**
  + Systém musí být vybaven dvěma porty pod úhlem 70° vůči normále pro elipsometrii.
  + Jeden port o průměru 40 mm pro připojení RGA přímo ke komoře (ne do výfukové linie).
  + Port pro optickou emisní spektroskopii (OES).
  + Možnost současného připojení elipsometrie, RGA a OES.
* **Specifikace portů:**
  + **1 × KF40 (40 mm průměr):** Analytický port pro QMS, RGA a další aplikace.
  + **1 × KF16 port:** Umístěn vertikálně nad středem waferu pro optickou emisní spektroskopii.
  + **2 × KF16 porty:** Pro in-situ spektroskopickou elipsometrii, umístěné pod úhlem 70° vůči normále.

**Řídicí systém a software**

* **Automatizované řízení receptur:**
  + Plně flexibilní ovládání všech ventilů včetně bezpečnostních blokací.
  + Ovládání s časováním až do 10 ms s rozlišením 1 ms.
* **Systém řízení teploty:**
  + Vícezónový teplotní PLC systém (průmyslový logický počítač) s ovládacím rozhraním umístěným na jednom přehledném menu.
  + Řízení všech teplotních zón z jednoho místa.
* **Správa uživatelských přístupů:**
  + Plně chráněné přístupové úrovně pro různé uživatele.
  + Možnost správy uživatelských práv vedoucím pracovníkem.
* **PLC systém:**
  + Ultrarychlý PLC s digitálními a analogovými vstupy/výstupy (I/O).
  + Precizní dávkování prekurzorů s krokem až 10 ms a rozlišením 1 ms.
  + Automatická kontrola těsnosti a automatická kontrola MFC.
  + Funkce udržení plazmatického výboje mezi procesními kroky.
* **Uživatelské rozhraní:**
  + Počítač na bázi Windows 10 LTSC, či vyšší.
* **Distribuované I/O s vysokou rychlostí:**
  + Přenos I/O dat do 400 µs.
  + Diagnostika I/O po jednotlivých kanálech (stav zapnuto/vypnuto, stav OK, zkrat, přerušení obvodu).
  + Možnost přidání, odebrání a modernizace digitálních a analogových I/O bez potřeby přídavných PLC.
  + Možnost umístění řídicích modulů I/O blízko senzorů a akčních členů pro vyšší efektivitu.
  + Přímé propojení: Jeden kanál na jeden senzor nebo akční člen.

**Bezpečnost a propojení**

* **Hardwarové bezpečnostní propojení:** Nezbytné pro bezpečný provoz zařízení.

**Procesy pro demonstraxi**

* **Referenční specifikace procesů:**
  + **Plazmové a tepelné ALD Al₂O₃:** Doba cyklu < 5 sekund.
  + **Plazmové ALD TiN:** Jednotnost rezistivity přes 200 mm waferu < ±4 %, doba cyklu < 30 sekund.
  + **Plazmové ALD HfO₂:** Jednotnost tloušťky < ±3 % přes 200 mm wafer.
* **Požadavky na údaje:**
  + Dodavatel musí poskytnout data pro ALD SiNx při 350 °C s obsahem kyslíku v objemu méně než 5 %.
  + Dodavatel musí poskytnout data pro ALD SiO₂ s rychlostí mokrého leptání < 2 nm/s (v 30:1 pufrovaném HF) s plazmou < 10 s.
* **NbN**
  + **Depozice NbN metodou ALD:**
    - Teplota podložky: 250 °C
    - Nejednotnost tloušťky přes 200 mm wafer: < 3 % (1σ)
    - Rezistivita: < 200 µΩcm
    - Nejednotnost rezistivity přes 200 mm wafer: < 3 % (1σ)
    - Doba cyklu: < 20 sekund
    - **Teplota supravodivého přechodu (Tc):**
      * Tc > 13 K pro tloušťku filmu > 30 nm
      * Tc > 10 K pro tloušťku filmu > 10 nm
* **TiN**
  + **Depozice TiN metodou ALD:**
  + Teplota podložky: 250 °C
  + Nejednotnost tloušťky přes 200 mm wafer: < 3 % (1σ)
  + Rezistivita: < 150 µΩcm

**Laboratorní a procesní podpora dodavatele**

* **Podpora procesu:**
  + Dodavatel musí nabídnout procesní podporu po celou dobu životnosti systému.

**Ostatní požadavky**

* **Soulad s předpisy CE:**
  + Směrnice pro stroje - 2006/42/EC
  + Směrnice pro nízké napětí - 2006/95/EC
  + Směrnice EMC - 2004/108/EC