

Odůvodnění vymezení technických podmínek podle § 156 odst. 1 písm. c) ZVZ

Technická podmínka:

Odůvodnění

A) Komponenty čerpacího systému a systému pro výměnu vzorků („load lock“) vč. ventilů:

1. Turbomolekulární vývěva s čerpací rychlostí alespoň 1200 l s^{-1} ; vstupní otvor DN200CF; výstupní otvor DN40ISO-KF; příslušná ovládací jednotka; vodní chlazení; automatický zavzdušňovací ventil; ochranná síťka do vstupního hrdla; potřebné kabely.
2. Turbomolekulární vývěva s čerpací rychlostí alespoň 60 l s^{-1} ; vstupní otvor DN63CF; výstupní otvor DN16ISO-KF; příslušná ovládací jednotka; vzduchové chlazení; automatický zavzdušňovací ventil; ochranná síťka do vstupního hrdla; potřebné kabely.
3. Bezolejová předvakuová mechanická spirálová vývěva s čerpací rychlostí alespoň $7,5 \text{ l s}^{-1}$ a mezním tlakem menším než 10 Pa; vstupní otvor DN40ISO-KF; automatický izolační ventil; potřebné kabely.
4. Uzavírací a zároveň škrťací deskový ventil z nerezové oceli pro otvor DN200CF s krokovým motorem (alespoň 1000 pozic) vybavený vstupním/výstupním signálem; ovládací jednotka, která dokáže nejen nastavit libovolnou konstantní polohu ventilu, ale také automaticky regulovat pozici ventilu pro udržení předdefinovaného tlaku v depoziční komoře na základě údajů z kapacitní měrky; potřebné kabely.
5. Elektropneumatický uzavírací (deskový) ventil z nerezové oceli pro otvor DN100CF ; potřebné kabely.
6. Elektropneumatický ventil z nerezové oceli pro otvor DN40ISO-KF; potřebné kabely.
7. Elektropneumatický ventil z nerezové oceli pro otvor DN16ISO-KF; potřebné kabely.
8. Pět (5) kusů elektropneumatických ventilů z nerezové oceli s otvory DN16CF; potřebné kabely.
9. Dva (2) kusy elektropneumatických ventilů z nerezové oceli s otvory DN40CF; potřebné kabely.

1. – 3. : Technické podmínky a parametry požadovaných vývěv zaručují relativně rychlé dosažení požadovaného mezního tlaku ve vakuové komoře (max. 3 hodiny) a v pomocné vakuové komoře (max. 15 minut) a jsou předpokladem pro velmi čisté, bezolejové prostředí ve vakuové komoře, nutné pro vysokou kvalitu vytvářených tenkých vrstev. Vstupní a výstupní otvory vývěv mají normalizované průměry, které jsou optimální pro jejich čerpací rychlosti.

Rovněž všechny další níže uváděné průměry otvorů jsou z normalizované řady průměrů vakuových přírub, běžně používané všemi světovými výrobci. Jediná výjimka je v položce B 9.

4. : Řízený velký uzavírací a škrťací deskový ventil je nezbytný pro požadovanou maximální stabilitu depozičního plazmatu ve dvou nejpoužívanějších modech činnosti (downstream, upstream). Jeho průměr se musí shodovat se vstupním otvorem první turbomolekulární vývěvy.

5. : Uzavírací (deskový) ventil DN100CF zajišťuje vkládání nosiče vzorků do vakuové komory (a jeho vyjímání) a jeho průměr musí být shodný s největším otvorem v pomocné vakuové komoře.

6. – 10. : Další elektropneumatické ventily zajišťují správnou činnost systému pro výměnu vzorků, zavzdušnění komory, připojení vakuoměrů, hledače netěsností, hmotového analyzátoru a případných dalších přístrojů. Průměry jejich otvorů odpovídají běžně užívaným vstupním otvorům uvedených přístrojů.

11. : Pomocná malá vakuová komora s lineárním posuvem tvoří pomocný, ale zásadně důležitý systém pro výměnu nosiče vzorků, který umožní výměnu

10. Dva (2) kusy elektropneumatický zavzdušňovacích ventilů z nerezové oceli s filtrem; potřebné kabely.
11. Pomocná vakuová komora („load lock“) z nerezové oceli s vnitřním objemem alespoň 1 l pro výměnu nosiče vzorků o průměr alespoň 7,5 cm s následujícími otvory: DN100CF, DN40CF (středy obou těchto otvorů musí být v jedné ose) a DN63CF; dále pak uzavíratelná příruba (průměr alespoň 100 mm) umožňující bezpečné vyjmutí nosiče vzorků.
12. Lineárně rotační magnetický posuv (konstrukce UHV) pro vstupní otvor DN40CF umožňující lineární posuv alespoň 60 cm.
13. Tři (3) kusy vlnovců z nerezové oceli s otvory DN40ISO-KF; délka jednotlivých kusů alespoň 50 cm.
14. Jeden (1) kus vlnovce z nerezové oceli s otvory DN16ISO-KF; délka vlnovce alespoň 50 cm.

deponovaných vzorků bez otevření depoziční vakuové komory. Zamezí se tak kontaminaci vnitřku komory venkovní atmosférou a následnému znečištění vytvářených tenkovrstvých materiálů a kromě toho se také výrazně zkrátí doba potřebná na vložení dalšího vzorku (až 100 krát), čímž výrazně klesají náklady a zvyšuje se efektivita práce. Její objem umožňuje dobrou manipulaci s nosičem vzorků, průměry jejích otvorů odpovídají průměrům připojených prvků (uzavírací (deskový) ventil DN100CF, druhá turbomolekulární vývěva, nerezový vlnovec)

12. : Magnetický posuv zajišťuje vkládání a vyjímání nosiče vzorků a jeho přesné umístění ve vakuové komoře, průměr otvoru je určen příslušným otvorem v pomocné vakuové komoře.

13. – 14. : Ocelové vlnovce zajišťují dokonale těsné a zároveň pružné spojení vývěv a čerpaných objemů. jejich průměry jsou určeny průměry otvorů v těchto objemech.

B) Depoziční vakuová komora s následujícími parametry:

1. Válcový tvar o vnitřním průměru 50-55 cm a výšce 40-45 cm.
2. Materiál z nerezové oceli.
3. Dosažitelný tlak alespoň 5×10^{-5} Pa.
4. Stěny i obě dna komory chlazené vodou.
5. Dvě (2) sady stínících plechů uvnitř komory.
6. Zdvihač mechanismus horního víka (komora postavená na výšku) se sloupovým lineárním pohonem.
7. Otvory do komory v horním víku: dva (2) otvory (DN150CF a DN100CF) pro naprašovací zdroje (viz níže) umístěné symetricky a pod úhlem 30° vůči svislé ose komory; otvor DN16CF pro clonu stínící jeden z naprašovacích zdrojů; otvor DN40CF pro „bypass“ umožňující čerpání klastrovacího zdroje.
8. Otvory do komory v dolním víku: otvor DN250CF pro držák substrátů; otvor DN16CF pro clonu stínící vzorky přichycené k držáku substrátů; otvor DN40CF pro „bypass“ umožňující čerpání komory přímo předvakuovou vývěvou.
9. Otvory do komory v jejím plášti: otvor DN200CF pro čerpání, otvor DN100CF pro okno; otvor DN100CF pro připojení pomocné vakuové komory „load lock“; dva (2) speciální obdélníkové otvory

1. – 5. : Základní rozměrové a další technické požadavky na vakuovou komoru mají zajistit optimální podmínky pro její využití k vědecko-výzkumné činnosti v programu P4. Požadovaný průměr a výška komory umožní instalaci a optimální rozmístění všech potřebných vnitřních i vnějších provozních částí a příslušenství (držák substrátů, plazmové zdroje, clony, pomocná vakuová komora, turbomolekulární vývěva, vakuové měrky, analytické přístroje, nerezové vlnovce, hledač) Materiál nerezová ocel, chlazené stěny a stínící plechy přispívají k dosažení požadovaného mezního tlaku a spolu s ním zajišťují minimální znečištění vakuové komory zbytkovými plyny a tím také vysokou čistotu, kvalitu a reprodukovatelnost deponovaných tenkých vrstev.

6. : Zdvihač zařízení zajistí možnost manipulace s těžkým víkem komory při úpravách vnitřního uspořádání a při čištění komory.

7. – 10. : Definované otvory umožní napojení vakuové komory na uvedené provozní příslušenství a dále dovolí připojení přídavných analytických přístrojů pro výzkum depozičního plazmatu, které

s vnitřními rozměr 150x200 mm a těsnění pomocí fluorokaučukového těsnění (drážka pro těsnění v těle komory); otvor DN40CF pro čtyři nezávislé vstupy plynů, čtyři (4) otvory DN40CF a čtyři (4) otvory DN16CF pro vakuové měrky, hledač netěsností, analyzátor plynů, zavzdušňovací ventil.

10. Příruba pro otvor DN40CF se čtyřmi nezávislými vstupy plynů.

11. Jedna clona stínící zdroj klastrů.

12. Jedna clona stínící substráty připevněné na držáku substrátů.

13. Záslepné příruby pro všechny nepoužité otvory.

14. Montovaný rám stavebnicového typu z hliníkových profilů s možností dalšího rozšiřování vhodný pro uchycení vakuové komory i se zdvihacím zařízením.

jsou v programu P4 Evropského centra excelence NTIS plánovány (např. optická emisní spektroskopie, hmotnostní a energiová analýza, laserová optická analýza CRDS, ...), rovněž případné připojení hledače netěsností.

Jejich průměry odpovídají průměrům normalizovaných vstupních otvorů uvedených připojovaných zařízení.

Jedinou výjimkou jsou nenormalizované a nestandardní obdélníkové otvory 150X200 mm, které jsou potřebné pro optické analýzy, kdy umožňují vertikální a horizontální posuvy světelného paprsku.

11. – 12. : Clony jsou nezbytné zejména pro zakrytí vzorků při čištění katod plazmových zdrojů.

13. : Nepoužité otvory do vakuové komory je nutno zaslepit pro zajištění její těsnosti.

14. Pomocný rám je potřebný pro upevnění a stabilizaci vakuové komory i se zdvihacím zařízením. Hliníkové profily zajistí dostatečnou tuhost konstrukce a nezvýší výrazně váhu celého zařízení.

C) Napouštění plynů, měření vakua a držák substrátů:

1. Čtyři (4) hmotnostní regulátory průtoku plynu (300 sccm pro Ar a 50, 20, 10 sccm pro reaktivní plyny) vybavené analogovým vstupním/výstupním signálem; potřebné kabely.

2. Řídicí jednotka umožňující současné ovládání všech čtyř hmotnostních regulátorů průtoků plynů; jednotka musí umět nejen držet konstantní předdefinovaný průtok jednotlivých plynů, ale také automaticky regulovat průtok zvoleného plynu pro udržení předdefinovaného tlaku v depoziční komoře na základě údajů z kapacitní měrky; potřebné kabely.

3. Dvě (2) vakuové měrky měřící v rozsahu alespoň (5×10^{-9} - 1000 mbar); vstupní otvor DN40CF; příslušné měřící a napájecí jednotky; analogový výstupní signál; potřebné kabely.

4. Vakuová tepelná měrka měřící v rozsahu alespoň (5×10^{-4} - 1000 mbar); vstupní otvor DN16ISO-KF; příslušná měřící a napájecí jednotka; analogový výstupní signál; potřebné kabely.

5. Přesná absolutní kapacitní měrka s rozsahem 10 Pa; vstupní otvor DN16CF; příslušná měřící a napájecí jednotka; analogový výstupní signál; potřebné kabely.

1. – 2. : Tyto požadavky zajišťují přívody optimálního množství požadovaných reaktivních i nereaktivních pracovních plynů (podle zkušeností z našeho aktuálního výzkumu plazmových depozičních tenkých vrstev) a nutnou regulaci a měření průtoku každého jednotlivého plynu (nezbytné pro stanovení složení plazmatu).

3. – 4. : Je vyžadováno standardní měření tlaku zbytkové atmosféry ve vakuové komoře pomocí dvou širokorozsahových měrek a jedné tepelné měrky, jejichž průměry jsou normalizované a běžně užívané všemi výrobci)

5. : Přesná absolutní kapacitní měrka s normalizovaným průměrem je nezbytná pro absolutní měření tlaku směsi plynů při depozičních tenkých vrstvách.

6. – 7. : Držák substrátů s nosičem vzorků udržuje substráty (kovové nebo křemíkové podložky, na kterých vznikají tenké vrstvy) v požadované vzdálenosti od zdrojů plazmatu. Pro výzkum a

6. Držák substrátů vhodný pro naprašování shora dolů a umožňující následující funkce: uchycení nosiče vzorků o průměru alespoň 7,5 cm; plynulá rotace nosiče vzorků (až do 20 otáček min⁻¹); ohřev vzorků (alespoň do 850 °C); přesné a reprodukovatelné nastavení teploty vzorků (±5 °C) za současného radiofrekvenčního předpětí vzorků; plynulé nastavení vertikální pozice nosiče vzorků v rozmezí alespoň 0-100 mm.

7. Napájecí zdroje a ovládací jednotka pro držák substrátů umožňující kontrolu rotace a ohřevu nosiče vzorků.

8. Jeden speciální nosič vzorků (průměr alespoň 7,5 cm) vhodný k uchycení 1 x křemíkového vzorku (5x35x0.64mm), 1 x křemíkového vzorku (20x20x0.64mm), 1 x kovového vzorku (20x20x1mm), 1 x skleněného vzorku (20x20x1mm) a minimálně pěti (5) křemíkových vzorků (10x10x0.64mm).

9. Skříň pro elektroniku o šířce 48.3 cm (19'') a výšce alespoň 177.8 cm (40 U).

10. Skříň řízení umožňující bezpečné provozování čerpacího systému alespoň v následujících provozních režimech:

- čerpání depoziční vakuové komory pomocí primární turbomolekulární vývěvy (tato vývěva je současně předčerpávaná předvakuovou mechanickou vývěvou);
- čerpání depoziční komory pouze pomocí předvakuové mechanické vývěvy („bypass“);
- čerpání vakuové komory „load lock“ pomocí sekundární turbomolekulární vývěvy (tato vývěva je současně předčerpávaná předvakuovou mechanickou vývěvou);
- zavzdušnění depoziční vakuové komory;
- zavzdušnění vakuové komory „load lock“.

D) Naprašovací zdroje a chladicí systém:

1. Planární magnetron vhodný pro rozprašování terčového materiálu o průměru 5 cm; alespoň dva různé silné nerovnovážné magnetické systémy; nepřímé vodní chlazení terče; kompatibilita s tlakem 5×10^{-7} mbar; bezpečná konstrukce magnetronu (tj. odizolování „živých“ částí magnetronu od vnějšího prostředí); upevňující příruba magnetronu DN100CF.

2. Zdroj klastrů využívající magnetronové rozprašování terčového materiálu (průměr terče 5 cm) uvnitř vodou

řízení procesu vzniku nových unikátních nanostrukturních tenkovrstvých materiálů musí toto zařízení také zajistit ohřev, měření a udržení konstantní teploty vzorků a možnost připojení radiofrekvenčního (RF) předpětí, při současně rotaci vzorků. Uváděné číselné parametry rotace, ohřevu a vertikální pozice odpovídají našim poznatkům z aktuálního výzkumu plazmových depozic tenkých vrstev.

8. : Uváděné rozměrové údaje zajišťují uchycení požadovaného počtu a druhu substrátů, které jsou dle našich aktuálních poznatků potřebné pro různé analýzy tenkých vrstev.

9. – 10. : Řízení je nezbytné pro bezpečný provoz všech komponent čerpacího systému v potřebných pracovních režimech. Požadované rozměry jsou nezbytné vzhledem k prostorovému uspořádání laboratoře, ve které bude skříň umístěna.

1. : Technické parametry naprašovacích zdrojů zajišťují vhodné podmínky pro výzkum a vývoj nových unikátních nanostrukturních tenkovrstvých materiálů v depozičním plazmatu, vytvářeném elektrickými výboji v naprašovacích magnetronových zdrojích.

Je definována konstrukce planárního magnetronu vhodného průměru pro požadovanou velikost depoziční komory a je vyžadována jeho schopnost práce ve dvou nevyvážených plazmových modech. Průměr terčového materiálu 5 cm je optimálně stanoven na základě našeho aktuálního výzkumu magnetronových plazmových depozic tenkých

chlazené kastrovací komory; alespoň dva různě silné nevyvážené magnetické systémy pro magnetron; nepřímé vodní chlazení terče; volitelný průměr výstupního otvoru (alespoň v rozsahu 2 až 4 mm); kompatibilita kastrovacího zdroje s ohřevem na zvýšené teploty (alespoň 150 °C); možnost efektivního čerpání kastrovací komory (tj. možnost čerpání nejenom skrz výstupní štěrbinu, ale také pomocí „bypassu”); plynulý „in-situ” posuv magnetronu uvnitř kastrovací komory (alespoň v rozsahu 0 až 100 mm vzhledem ke krajní pozici magnetronu u výstupního otvoru kastrovacího zdroje); samostatný přívod plynu do kastrovací komory; kompatibilita s tlakem 5×10^{-7} mbar; bezpečná konstrukce magnetronu (tj. odizolování „živých“ částí magnetronu od vnějšího prostředí); možnost provozovat kastrovací zdroj také jako klasický magnetron (tj. možnost provozování magnetronu bez kastrovací komory); upevňující příruba kastrovacího zdroje DN150CF; prodlužující trubka o délce 300 mm, průměru 150 mm, zakončená otvory DN150CF.

3. Vodou chlazený chladič s uzavřeným okruhem pro chlazení plazmových zdrojů o výkonu alespoň 2 kW; udržování konstantní teploty vody v sekundárním okruhu při maximální teplotě chladicí vody 25 °C; detekce a signalizace poruch v sekundárním okruhu (teplota, průtok a tlak vody); možnost vypuštění a následného opětovného napuštění a natlakování sekundárního okruhu v případě opravy (údržby) plazmových zdrojů.

vrstev, tlaková kompatibilita je dána mezním tlakem vakuové komory. Průměr příruby je stanoven vzhledem k potřebným rozměrům magnetronu jako optimální z normalizované řady vakuových přírub.

2. : Dále jsou dostatečně podrobně stanoveny požadované parametry druhého naprašovacího zdroje, tzv. kastrovacího magnetronu, který při vývoji a výzkumu nových tenkovrstvých materiálů zajišťuje vytváření specifické struktury povrchových vrstev. Podle požadavků na tuto strukturu byly určeny uváděné číselné údaje, včetně otvorů a délky trubky. Průměr terčového materiálu 5 cm je zvolen stejný jako předchozího plazmového zdroje z důvodu požadavku na možnost provozování magnetronu také bez kastrovací komory.

3. : Jde o důležitý doplňkový systém, který odvádí teplo vznikající při činnosti plazmových zdrojů a tím zajišťuje, že citlivé díly vakuové komory nebudou poškozovány zvýšenou teplotou. Chladicí výkon je určen podle odborného odhadu výkonu plazmových zdrojů, maximální teplota odpovídá nouzovému stavu chlazení.