



OPERAČNÍ PROGRAM PRAHA
KONKURENCESCHOPNOST



DODATEČNÉ INFORMACE K ZADÁVACÍM PODMÍNKÁM Č. 4

Název zadavatele: Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.
Sídlo: Na Slovance 1999/2, 182 21 Praha 8
Identifikační číslo: 68378271
Osoby oprávněné
jednat za zadavatele: prof. Jan Řídký, DrSc. - ředitel

Název veřejné zakázky: Technologická aparatura MOVPE

Zadavatel v souladu s ustanovením § 49 zákona 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon“), sděluje následující dodatečné informace k zadávacím podmínkám výše uvedené veřejné zakázky na dodávky zveřejněné ve Věstníku veřejných zakázek pod evidenčním číslem zakázky 479977.

Dotaz č. 1:

Můžete prosím specifikovat materiál a velikost substrátu?

Odpověď:

Substráty mohou být používány různé, nejčastěji budou používány safírové a křemíkové. Velikost 2" a menší.

Dotaz č. 2:

Můžete prosím specifikovat materiály waferu, konfiguraci a velikosti?

Odpověď:

Substrát a wafer je totéž, proto viz odpověď na dotaz č. 1).

Dotaz č. 3:

Předpokládáme, že dávkovací systémy jsou k dispozici u všech plynů.

Odpověď:

Samozřejmě systém musí obsahovat průtokoměry, které řídí dávkování prekurzorů. Větev pro SiH₄ musí být doplněna také ředící linkou. TMI_n, TMAI a CP2Mg větve musí být vyhřívané. U probublávaček musí být volitelný nosný plyn H₂ nebo N₂.

Dotaz č. 4:

Jaký materiál a velikost vzorků se předpokládá?

Odpověď:

Materiál substrátů byl specifikován v odpovědi na bod 1). Heterostrukтуры připravené epitaxi na substrátu se budou skládat z následujících polovodičů GaN, AlGa_nN, InGa_nN, AlGaInN, AlN a InN. Tloušťky jednotlivých vrstev se budou pohybovat od 1 nm po několik mikrometrů.

Dotaz č. 5:

Budou ovrstčovány jen standardní wafery nebo se mají také zohledňovat libovolné nepravidelné vzorky?

Odpověď:

Některé růsty budou připravovány i na substrátech nestandardních rozměrů.



OPERAČNÍ PROGRAM PRAHA
KONKURENCESCHOPNOST



Dotaz č. 6:

Rozměry uvažované místnosti laboratoře 510x410x300cm nejsou běžné. Pokud se týká jen reaktoru je vše v pořádku, ale vložit všechny součásti, vč. čerpadel, plynového hospodářství, řízení, atd. do tak malého objemu je velmi náročné. Nebo něco z tohoto bude umístěno jinde?

Odpověď:

Do uvedené místnosti laboratoře se musí vejít kromě aparatury vše, co bude aparatura ke svému provozu potřebovat - tedy i počítač pro řízení epitaxního procesu, asanátor čpavku, čističky plynu (NH₃, N₂ a H₂), zařízení pro optickou diagnostiku procesu a monitorování případného úniku čpavku. Tlakové lahve s plyny budou umístěny mimo tuto místnost. Aby z bezpečnostních důvodů zůstal také volný průchod kolem aparatury, nesmí nejdelší rozměr zařízení přesáhnout 420 cm.

Zadavatel v souladu s výše uvedenými dotazy a odpověďmi připojuje jako přílohu zpřesněnou technickou specifikaci, do které byly zahrnuty výše uvedené odpovědi pro zvýšenou přehlednost pro potenciální dodavatele a zájemce. Stejně tak je připojena příloha s aktualizovanou tabulkou technické specifikace k předmětu plnění. Tyto přílohy plně nahrazují dřívější přílohy č. 5a-1 (Technické specifikace) a č. 5a-2 (Tabulka technické specifikace k předmětu plnění), které byly přílohami Dodatečných informací č. 2 ze dne 17. 6. 2014. Přílohy č. 5a-1 (Technické specifikace) a Příloha č. 5a-2 (Tabulka technické specifikace k předmětu plnění) jsou nyní platné v této aktualizované podobě.

Zadavatel dále upravuje následující zadávací podmínky pro **část 1 veřejné zakázky – Technologická aparatura MOVPE**, které jsou nyní platné v níže uvedeném znění:

1.3 Doba plnění veřejné zakázky

Předpokládané zahájení: bezprostředně po uzavření smlouvy

Předpokládané ukončení části 1 VZ: do 8 měsíců od uzavření smlouvy

Projekt LABONIT končí datem 30. června 2015 a nejpozději k tomuto datu musí být ukončeny všechny aktivity projektu včetně nákupu a instalace zařízení.

3.5 Technické kvalifikační předpoklady

Technické kvalifikační předpoklady splní dodavatel, který předloží:

- a) dle ustanovení § 56 odst. 1 písm. a) zákona seznam významných dodávek realizovaných dodavatelem v posledních 3 letech s uvedením jejich rozsahu a doby realizace. Tento seznam bude zpracován formou čestného prohlášení a bude obsahovat údaje o názvu zadavatele, název zakázky, místo a termín plnění a finanční objem zakázky a bude mít formu čestného prohlášení; přílohou tohoto prohlášení musí být
- osvědčení vydané veřejným zadavatelem, pokud byly služby poskytovány veřejnému zadavateli, nebo
 - osvědčení vydané jinou osobou, pokud byly služby poskytovány jiné osobě než veřejnému zadavateli, nebo
 - smlouva s jinou osobou a doklad o uskutečnění plnění dodavatele, není-li současně možné osvědčení podle předchozího bodu od této osoby získat z důvodů spočívajících na její straně.

Za významnou dodávku pro část 1 veřejné zakázky je považována dodávka technologické aparatury založené na technologii organokovové epitaxe umožňující přípravu nitridových nanoheterostruktur ve finančním objemu min. 20.000.000,- Kč bez DPH pro jednoho objednatele. Uchazeč musí v příloženém seznamu prokázat realizaci alespoň tří takovýchto významných zakázek.



OPERAČNÍ PROGRAM PRAHA
KONKURENCESCHOPNOST



b) dle ustanovení § 56 odst. 1 písm. e) zákona vzorky, popisy a fotografie zboží určeného k dodání. Zadavatel požaduje předložení konkrétní technické specifikace včetně návrhu schématu MOVPE systému, který by odpovídal požadovaným parametrům zadání, a včetně specifikace výrobce u veškerého zboží, které je předmětem veřejné zakázky. Uchazeč dále předloží vyplněnou tabulku technických specifikací, která tvoří přílohu č. 2a) návrhu smlouvy. Uchazeč je rovněž povinen předložit **vzorek nitridové heterostruktury** připravený na aparatuře stejného typu, jaký je nabízen dodavatelem, aby bylo možné ověřit, že nabízená aparatura je schopna splnit požadavky projektu. Vzorek musí být připraven na safírové podložce s průměrem 2" a připravená struktura musí obsahovat 10 $\text{In}_{0.13}\text{GaN}$ kvantových jam s tloušťkou 2 nm oddělených GaN bariérami s tloušťkou 10 nm, na povrchu musí mít krycí vrstvu $\text{Al}_{0.15}\text{GaN}$ s tloušťkou 20 nm. Vzorek musí splňovat následující parametry: homogenita tlouštěk po ploše vzorku musí být lepší než 3%, homogenita složení AlGaIn a InGaIn vrstev musí být lepší než 2% a nehomogenita emitované délky po ploše vzorku nesmí být větší než 5 nm. Parametry dodaných vzorků budou ověřeny ve Fyzikálním ústavu AVČR, v. v. i. pomocí stejných rtg a fotoluminiscenčních metod. Měření budou provedena v několika bodech po ploše vzorku s výjimkou 3 mm široké okrajové oblasti.

9.9 V případě prodlení dodavatele s dodáním předmětu plnění (aparatury MOVPE) bude zadavatel oprávněn účtovat smluvní pokutu ve výši 0,01 % z celkové kupní ceny za každý započatý den prodlení s dodávkou s možnou dobou odkladu 3 týdny.

Zadavatel v souvislosti s provedenou aktualizací zadávacích podmínek v souladu s § 40 odst. 3 zákona prodlužuje lhůtu pro podání nabídek pro **část 1 veřejné zakázky – Technologická aparatura MOVPE**. Část 2 veřejné zakázky (**Komora pro odstranění amoniaku a metalorganik**) již byla v souladu s § 84 odst. 1 písm. e) zákona zrušena. Dochází tedy ke změně znění odst. 2.2 zadávací dokumentace, které je nyní platné v níže uvedeném znění:

2.2 Nabídky pro část 1 se podávají nejpozději do **27. srpna 2014 do 10:00 hodin**, a to na adresu sídla zadavatele na adrese Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i., Na Slovance 1999/2, 182 21 Praha 8, Česká republika, do podatelny v přízemí u hlavního vchodu budovy (vchod z ulice Pod Vodárenskou věží 1). Nabídky je možné doručit jakýmkoli vhodným způsobem (poštou, kurýrní službou, osobně apod.) na výše uvedenou adresu v pracovní dny v době od 7:30 do 15:15 hodin, poslední den lhůty pro podání nabídek lze nabídky doručit pouze od 7:30 do **10:00 hodin**. Jiné doručení není považováno za řádné podání nabídky.

V Praze

.....
Přílohy:

5a-1) Technické specifikace pro část 1 veřejné zakázky

5a-2) Tabulka technické specifikace k předmětu plnění pro část 1 veřejné zakázky



OPERAČNÍ PROGRAM PRAHA
KONKURENCESCHOPNOST



Příloha č. 5a-1) – Technické specifikace

„Technologická aparatura MOVPE“

Předmět plnění spočívá v pořízení technologické aparatury založené na technologii organokovové epitaxy umožňující přípravu nitridových nanoheterostruktur. Aparatura bude ve své konstrukci využívat nejnovější poznatky pro dosažení co nejlepší kvality nitridových nanoheterostruktur. Pořízením se rozumí nákup, zakázková výroba, dodání, instalace a uvedení do provozu. Aparatura musí splňovat veškeré nároky vycházející z technických a bezpečnostních norem platných v ČR pro tento typ zařízení. Součástí plnění je i předání úplné dokumentace.

Závazné požadavky:

- Aparatura musí umožňovat přípravu nitridových polovodičů se širokým zakázaným pásem, pro jejichž epitaxi jsou potřebné teploty do 1200 °C.
- Je požadován vertikální nerezový reaktor s malou velikostí vhodný pro výzkumné účely s nízkou provozní ekonomickou náročností (požadovaný pracovní průtok směsi plynů reaktorem kolem 20l/min a menší).
- Aparatura musí umožňovat epitaxi za nízkého i vysokého tlaku v reaktoru, reaktor musí být čerpán bezolejovou pumpou s výkonem nejméně 120 m³/h a vybaven systémem pro regulaci tlaku v reaktoru v rozmezí 0.05 - 1 bar. Systém musí udržovat stejný tlak mezi větvemi vstupujícími do reaktoru a větví vedenou mimo reaktor, aby se zabránilo nestabilitám tlaku při přepínání vstupu metalorganik do reaktoru.
- Pro vstup prekurzorů a plynů do reaktoru je požadována mísící hlava s vertikálním průtokem směsi plynu zaručující homogenní distribuci prekursorů po ploše susceptoru. Vzdálenost substrátu a vstupu metalorganik do reaktoru musí být nastavitelná a řízená počítačem během epitaxního procesu tak, aby umožňovala kvalitní přípravu různých typů nitridových polovodičů (jak InGa_N, tak AlGa_N) v jediné hetrostruktuře.
- Prekurzory III. a V. skupiny musí být přiváděny do reaktoru odděleně.
- Stěny reaktoru i mísící hlava pro vstup plynů do reaktoru musí být chlazené, aby na nich byl omezen parazitní rozklad prekurzorů a depozice materiálů.
- Vedení plynů musí být provedeno z vnitřně leštěného nerezového potrubí opatřeného spoji typu VCR. Rovněž VCR spoje a ventily musí mít leštěný vnitřní povrch.
- Aparatura musí být vybavena nejméně 5 větvemi pro připojení metalorganických prekurzorů (TMGa, TMIn, TMAI, DMHz, Cp₂Mg), a možností připojit v budoucnu alespoň 2 další větve. Větve pro TMAI, TMIn a Cp₂Mg a navazující vedení plynů musí být vyhřívané do 60 °C, aby umožnily zvýšení koncentrace těchto prekursorů v nosném plynu. Nosný plyn do jednotlivých probublávaček musí být volitelný mezi N₂ nebo H₂. Metalorganické větve musí být vybaveny portem pro připojení He detektoru netěsností.
- Větev pro TMIn musí být vybavena prvkem měřícím skutečnou koncentraci TMIn ve větvi a zpětnovazebním řízením průtoku nosného plynu přes zásobník TMIn.
- Aparatura musí obsahovat nejméně 4 větve pro připojení plynů, včetně plynů nosných (NH₃, N₂, H₂ a SiH₄). Větev pro SiH₄ musí být konstruována jako ředící pro dotování epitaxních vrstev. Aparatura musí v budoucnu umožnit připojení další plynové větve.
- Aparatura musí být vybavena měřičem vlhkosti v rozvodech plynů s citlivostí 1ppb.



OPERAČNÍ PROGRAM PRAHA
KONKURENCESCHOPNOST



- Je požadována jedna větev s regulovatelným průtokem pouze pro nosný plyn bez přívodu prekursorů pro vyrovnávání stabilního průtoku reaktorem.
- Systém musí být doplněn nejméně třemi termostatickými lázněmi pro organokovové probublávačky.
- Je požadován rotační grafitový suscepter pokrytý SiC vrstvou s odporovým nebo vysokofrekvenčním ohřevem pro zachování dostatečné homogenity složení i tloušťek vrstev.
- Celý epitaxní proces musí být počítačově řízen, aby bylo dosaženo dostatečné přesnosti při přípravě nanoheterostruktur.
- Pro kontrolu epitaxního procesu musí být systém doplnitelný in-situ monitorováním teploty a zakřivení vzorku nebo jej musí přímo obsahovat. Reaktor musí mít alespoň 3 optické porty pro in situ monitorování pnutí v heterostruktuře pomocí měření zakřivení vzorku a pro měření optické reflexe.
- Technologická aparatura musí být schopna připravit epitaxní vrstvy s chybou v požadované tloušťce vrstev menší než 6%.
- Technologická aparatura musí být připojitelná k rozvodné síti 230/400 V, 50 Hz s jističí 100 A na každé fázi.
- Technologická aparatura se musí vejít do místnosti o rozměrech 510 x 410 x 300 cm (d x š x v). Rozměry aparatury musí z bezpečnostních důvodů umožnit dostatečný prostor pro průchod obsluhujícího personálu kolem aparatury i poskytnout prostor pro doplňující zařízení (řídící počítač, asanační komoru pro amoniak, čističky plynů, detekční systém pro amoniak a vodík, přívody plynů a vzduchotechniku), proto aparatura nesmí překročit rozměry 420 x 200 x 250 cm (d x š x v).
- Maximální tlak na podlahu místnosti, kde bude aparatura umístěna je 4.1 kN/m². Žádná z komponent systému (aparatura, příp. transformátor...) nesmí toto zatížení překročit.
- Z důvodů omezeného prostoru pro manipulaci při umístění aparatury do laboratoře je požadováno, aby jednotlivé části aparatury (moduly) nepřesáhly rozměr 180 x 130 x 230 cm (d x š x v)
- Aparatura MOVPE musí být opatřena skříňovým systémem s odvětráváním.

Specifikace parametrů struktur připravených na instalované aparatuře nutných pro akceptaci aparatury:

1. Vrstva nedotovaného GaN: tloušťka vrstvy podle uvážení dodavatele, úroveň nezáměrné n-tykové dotace menší než $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$, pohyblivost elektronů vyšší než 350 cm²/Vs, homogenita tloušťky lepší než 2%.
2. Vrstva n-tykového GaN dotovaného Si: tloušťka vrstvy podle uvážení dodavatele, úroveň n-tykové dotace větší než $5 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$, pohyblivost elektronů vyšší než 300 cm²/Vs
3. Vrstva p-tykového GaN dotovaného Mg: tloušťka vrstvy podle uvážení dodavatele, úroveň n-tykové dotace větší než $2 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$, pohyblivost elektronů vyšší než 10 cm²/Vs.
4. Vrstva nedotovaného AlGaIn, tloušťka vrstvy podle uvážení dodavatele, složení $x=0.20$, homogenita složení po ploše vzorku lepší než 1%
5. Struktura s InGaIn/GaN násobnou kvantovou jamou, parametry struktury (složení a tloušťka vrstev i počet kvantových jam) podle uvážení dodavatele, emitovaná vlnová délka delší než 410 nm, homogenita vlnové délky po ploše vzorku pod 3 nm.

Parametry struktur budou ověřeny po celé ploše vzorku s výjimkou oblasti 3 mm od kraje vzorku



OPERAČNÍ PROGRAM PRAHA
KONKURENCESCHOPNOST



Příloha č. 5a-2) – Tabulka technické specifikace k předmětu plnění:

Technologická aparatura MOVPE

Předmětem zakázky je zařízení založené na technologii organokovové epitaxe umožňující přípravu nitridových nanoheterostruktur, které v souladu s § 46 odst. 4 ZVZ zahrnuje následující součásti a splňuje technické podmínky:

Popis a minimální specifikace Příklad stanovená zadavatelem	Popis a specifikace Příklad nabízeného dodavatelem	Splňuje ANO/NE
Technologická aparatura založená na technologii organokovové epitaxe umožňující přípravu nitridových nanoheterostruktur		
Aparatura musí umožňovat přípravu nitridových polovodičů se širokým zakázaným pásem, pro jejichž epitaxi jsou potřebné teploty do 1200 °C		
Je požadován vertikální nerezový reaktor s malou velikostí vhodný pro výzkumné účely s nízkou provozní ekonomickou náročností (požadovaný pracovní průtok směsi plynů reaktorem kolem 20l/min a menší).		
Aparatura musí umožňovat epitaxi za nízkého i vysokého tlaku v reaktoru, reaktor musí být čerpán bezolejovou pumpou s výkonem nejméně 120 m ³ /h a vybaven systémem pro regulaci tlaku v reaktoru v rozmezí 0.05 - 1 bar. Systém musí udržovat stejný tlak mezi větvemi vstupujícími do reaktoru a větví vedenou mimo reaktor, aby se zabránilo nestabilitám tlaku při přepínání vstupu metalorganik do reaktoru.		
Pro vstup prekurzorů a plynů do reaktoru je požadována mísící hlava s vertikálním průtokem směsi plynu zaručující homogenní distribuci prekurzorů po ploše susceptoru. Vzdálenost substrátu a vstupu metalorganik do reaktoru musí být nastavitelná a řízená počítačem během epitaxního procesu tak, aby umožňovala kvalitní přípravu různých typů nitridových polovodičů (jak InGa _{1-x} N, tak AlGa _{1-x} N) v jediné heterostruktuře.		
Prekurzory III. a V. skupiny musí být přiváděny do reaktoru odděleně		
Stěny reaktoru i mísící hlava pro vstup plynů do reaktoru musí být chlazené, aby na nich byl omezen parazitní rozklad prekurzorů a		



OPERAČNÍ PROGRAM PRAHA
KONKURENCESCHOPNOST



depozice materiálů		
Vedení plynů musí být provedeno z vnitřně leštěného nerezového potrubí opatřeného spoji typu VCR. Rovněž VCR spoje a ventily musí mít leštěný vnitřní povrch.		
Aparatura musí být vybavena nejméně 5 větvemi pro připojení metalorganických prekurzorů (TMGa, TMIn, TMAI, DMHz, Cp ₂ Mg), a možností připojit v budoucnu alespoň 2 další větve. Větve pro TMAI, TMIn a Cp ₂ Mg musí být vyhřívané do 60 °C, aby umožnily zvýšení koncentrace těchto prekurzorů v nosném plynu. Nosný plyn do jednotlivých probublávaček musí být volitelný mezi N ₂ nebo H ₂ . Metalorganické větve musí být vybaveny portem pro připojení He detektoru netěsností.		
Větev pro TMIn musí být vybavena prvkem měřícím skutečnou koncentraci TMIn ve větvi a zpětnovazebním řízením průtoku nosného plynu přes zásobník TMIn		
Aparatura musí obsahovat nejméně 4 větve pro připojení plynů, včetně plynů nosných (NH ₃ , N ₂ , H ₂ a SiH ₄), větev pro SiH ₄ musí být konstruována jako ředící pro dotování epitaxních vrstev. Aparatura musí v budoucnu umožnit připojení další plynové větve		
Aparatura musí být vybavena měřičem vlhkosti v rozvodech plynů s citlivostí 1ppb		
Je požadována jedna větev s regulovatelným průtokem pouze pro nosný plyn bez přívodu prekurzorů pro vyrovnávání stabilního průtoku reaktorem		
Systém musí být doplněn nejméně třemi termostatickými lázněmi pro organokovové probublávačky		
Je požadován rotační grafitový suscepter pokrytý SiC vrstvou s odporovým nebo vysokofrekvenčním ohřevem pro zachování dostatečné homogenity složení i tlouštěk vrstev		
Celý epitaxní proces musí být počítačově řízen, aby bylo dosaženo dostatečné přesnosti při přípravě nanoheterostruktur.		
Pro kontrolu epitaxního procesu musí být systém doplnitelný in-situ monitorováním zakřivení vzorku nebo jej musí přímo obsahovat. Reaktor musí mít alespoň 3 optické porty pro in situ monitorování pnutí v heterostruktuře pomocí měření zakřivení vzorku a pro měření optické reflexe		



OPERAČNÍ PROGRAM PRAHA
KONKURENCESCHOPNOST



Technologická aparatura musí být připojitelná k rozvodné síti 230/400 V, 50 Hz s jističi 100 A na každé fázi		
Aparatura nesmí překročit rozměry 420 x 200 x 250 cm (d x š x v)		
Maximální tlak na podlahu místnosti, kde bude aparatura umístěna je 4.1 kN/m ² . Žádná z komponent systému (aparatura, příp. transformátor...) nesmí toto zatížení překročit		
Z důvodů omezeného prostoru pro manipulaci při umístění aparatury do laboratoře je požadováno, aby jednotlivé části aparatury (moduly) nepřesáhly rozměr 180 x 130 x 230 cm (d x š x v)		
Aparatura MOVPE musí být opatřena skříňovým systémem s odvětráváním		

Uchazeči uvedou v nabídce jednoznačné stanovisko postupně ke všem výše uvedeným bodům požadované technické specifikace, ze kterého bude zřejmé, zda nabízené zařízení splňuje (či překračuje) požadované parametry, popř. jakým způsobem nabízené zařízení zabezpečuje požadované funkce – viz výše uvedená tabulka.