



Aktivita 1H3 Priemyselný výskum zariadenia na lokálnu pasiváciu BIZZCOM - Riešenie na tlačové zariadenie pre depozičnú technológiu s priamym spracovaním atómovej vrstvy so selektívnou oblasťou mikroreaktora s režimom ALD.

Návrh parametrov pre výrobu ALD zariadenia pre depoziáciu tenkých vrstiev

Projekt:

Nová technológia prípravy senzorov, detektorov a memristorov pre inteligentnú mikroelektroniku v 21. storočí

bizzcom

Bizzcom s.r.o., Bučany 591, 919 28 Bučany

ISBN 978-80-974475-4-0

Tel.: +421 2 502 13 142

Identifikácia dokumentu	
Názov projektu	Nová technológia prípravy senzorov, detektorov a memristorov pre inteligentnú mikroelektroniku v 21. storočí
Názov článku	Návrh parametrov pre výrobu ALD zariadenia pre depozíciu tenkých vrstiev
Verzia dokumentu	1.0
Spracovateľ dokumentu	kolektív Bizzcom s.r.o.: Drimak Peter Grejtak Peter Kútny Michal Krajčovič Filip Gallia Michal Mošad Martin
Etapa projektu	Vedecký článok č.2
Objednávateľ	Európsky fond regionálneho rozvoja



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond regionálneho rozvoja
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



MINISTERSTVO
DOPRAVY A VÝSTAVBY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VEDY,
VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

1. Abstrakt:

V tomto výskumnom texte je navrhnutý súbor parametrov pre výrobu zariadenia pre atómovú vrstvovú depozíciu (ALD), ktoré je určené na presné a opakovateľné nanášanie tenkých vrstiev na rôzne substráty. Cieľom je zabezpečiť vysokú kvalitu a konzistentnosť vrstiev pri minimalizácii vplyvov na okolité oblasti. Navrhnuté parametre zahŕňajú teplotu, tlak, dávkovanie reaktantov a ďalšie procesové faktory.

2. Úvod:

Atómová vrstvová depozícia (ALD) je významná technika pre rast tenkých vrstiev s vysokou presnosťou a uniformitou. Je dôležité mať správne nastavené parametre v ALD zariadení, aby bolo možné dosiahnuť požadovanú hrúbku, štruktúru a vlastnosti vrstvy. V tejto štúdii sa zameriavame na navrhnutie optimálnych parametrov pre výrobu ALD zariadenia.

Metodika:

2.1 Výber vhodného reaktora pre ALD: Vykoná sa analýza dostupných typov reaktorov pre ALD a vyberie sa najvhodnejší typ pre danú aplikáciu. Zvážia sa vlastnosti substrátu, chemické vlastnosti prekursorov a požadované vlastnosti vrstvy. Existuje niekoľko typov reaktorov pre ALD, ako sú reaktory so skleneným zámkom, reaktory s horúcou stenou, reaktory s kvapalnou fázou a reaktory s plynnou fázou. Každý typ reaktora má svoje vlastnosti a výhody, a preto je potrebné zvážiť požiadavky a procesové parametre depozičného procesu.

2.2 Teplota: Teplota je kritickým faktorom pre úspešnú depozíciu vrstvy. Navrhnutá ALD zariadenie musí mať možnosť dosiahnuť a udržiavať požadovanú teplotu. Experimentálne sa určí optimálna teplota pre konkrétny materiál a prekursor.

Navrhnuté ALD zariadenie by malo mať možnosť dosiahnuť a udržiavať teplotu v rozsahu od 100 °C do 500 °C v závislosti od požadovaného procesu a materiálu substrátu.

2.3 Tlak: Tlak v reaktore ovplyvňuje chemické reakcie a depozíciu vrstvy. Navrhnuté zariadenie by malo byť schopné presne riadiť tlak a udržiavať ho v požadovanom rozsahu pre optimálnu depozíciu vrstvy.

Navrhnuté zariadenie by malo byť schopné udržiavať tlak v rozsahu od 0,1 Pa do 10 Pa pre optimálnu depozíciu vrstvy

2.4 Dávkovanie reaktantov: Presné dávkovanie reaktantov je kľúčové pre dosiahnutie presnej hrúbky a kvality vrstvy. Navrhnuté zariadenie by malo mať presné a opakovateľné dávkovacie systémy pre rôzne prekursory.

Navrhnuté zariadenie by malo mať presné a opakovateľné dávkovacie systémy pre rôzne prekursory. Dávkovanie by malo byť riadené v rozsahu od 0,1 ml/min do 10 ml/min v závislosti od požadovaného výsledku.

2.5 Vzduchové prostredie: Dôležitým faktorom je aj kontrola vzdušného prostredia v reaktore, aby sa minimalizovali nečistoty a iné vplyvy.

Navrhnuté zariadenie by malo byť vybavené vhodnými filtráciami a kontrolou prostredia, aby sa minimalizovali nečistoty a vplyvy z okolia.

3. Diskusia:

Navrhnuté parametre pre výrobu ALD zariadenia majú zásadný vplyv na kvalitu a účinnosť procesu depozície vrstiev. Správne nastavenie teploty, tlaku a dávkovania reaktantov je kľúčové pre dosiahnutie presných a opakovateľných výsledkov. Výrobcovia ALD zariadení ako ASM, Picosun, Kurt J. Lesker a Ultratech/Cambridge NanoTech ponúkajú rôzne modely, ktoré môžu byť optimalizované podľa navrhnutých parametrov.

Navrhovaný reaktor s plynnou fázou pre ALD je vybavený nasledujúcimi vlastnosťami a parametrami:

1. Typ reaktora: Reaktor je konštruovaný ako kontinuálny tokový reaktor s plynnou fázou. Tento typ reaktora umožňuje presné riadenie prívodu prekursorov a reaktantov a zaisťuje rovnomernú distribúciu plynu po celom povrchu substrátu.
2. Materiály a konštrukcia: Reaktor je vyrobený z vysoko kvalitných materiálov s vynikajúcou tepelnou a chemickou odolnosťou. Zvyčajne sa používa nerezová oceľ alebo sklenené komory s primeraným tepelným izolovaním na minimalizáciu tepelných strat.
3. Teplotný rozsah: Navrhovaný reaktor je schopný dosiahnuť a udržiavať teplotu v rozsahu od 100 °C do 600 °C. Tento rozsah teplôt pokrýva širokú škálu procesov od depozície oxidových vrstiev po depozíciu kovových filmov.
4. Tlakový rozsah: Reaktor je navrhnutý tak, aby udržiaval požadovaný tlakový rozsah v depozičnej komore. Tlakový rozsah je nastaviteľný v rozmedzí od 0,1 Pa do 10 Pa, čo zodpovedá požiadavkám väčšiny procesov depozície tenkých vrstiev.
5. Distribúcia plynu: Reaktor je vybavený optimálnym systémom distribúcie plynu, ktorý zaisťuje rovnomerné rozloženie prekursorov a reaktantov po povrchu substrátu. To je dôležité pre dosiahnutie jednotnej hrúbky a kvality vrstvy.
6. Riadiace systémy: Navrhovaný reaktor je vybavený vyspelými riadiacimi systémami, ktoré zabezpečujú presné a opakovateľné dávkovanie prekursorov, riadenie teploty a tlaku, monitorovanie procesných parametrov a sledovanie bezpečnosti.
7. Bezpečnostné funkcie: Reaktor je vybavený bezpečnostnými funkciami a systémami na minimalizáciu rizika pre operátorov a zaisťuje bezpečné používanie reaktora.
8. Možnosti rozšírenia: Reaktor je navrhnutý tak, aby umožňoval prípadné rozšírenie a prispôsobenie pre rôzne aplikácie a budúce potreby.

V rámci porovnania vedeckých článkov o plynných metódach (ALD) je možné analyzovať rôzne aspekty a prístupy, ktoré sa v týchto štúdiách používajú. Nasleduje porovnanie niekoľkých významných vedeckých článkov o plynných metódach:

1. "Gas-Phase Atomic Layer Deposition: A Review" - Tento článok poskytuje rozsiahly prehľad o metóde plynných ALD. Zameriava sa na princípy a mechanizmy depozície,

chemické reakcie a rôzne aspekty plynných ALD procesov. Diskutuje tiež o výhodách a obmedzeniach tejto metódy a zhodnocuje jej potenciál pre rôzne aplikácie.

2. "Gas-Phase Atomic Layer Deposition: A Brief Review on Precursor Chemistry and Reactor Design" - Tento článok sa zameriava na chemické aspekty a návrh reaktorov pre plynné ALD. Skúma rôzne prekurzory používané v tejto metóde a ich reaktivitu. Ďalej analyzuje rôzne typy reaktorov a ich vplyv na depozičné procesy. Tento článok poskytuje užitočné informácie o vplyve chemických faktorov a reaktorového dizajnu na výsledný povlak.
3. "Recent Advances in Gas-Phase Atomic Layer Deposition: Methods, Materials, and Applications" - Tento článok sa zameriava na najnovšie pokroky v plynných metódach ALD. Zaoberá sa novými metódami a materiálmi, ktoré sa používajú v tejto oblasti. Taktiež poskytuje prehľad o rôznych aplikáciách plynných ALD, vrátane elektroniky, solárnych článkov, katalýzy a ďalších.
4. "Advances in Gas Phase Atomic Layer Deposition for the Synthesis and Modification of Solids" - Tento článok sa zameriava na pokroky v plynných metódach ALD z hľadiska syntézy a modifikácie pevných látok. Diskutuje o nových vývojových trendoch, technikách a materiáloch, ktoré sú relevantné pre plynné ALD. Zaoberá sa aj možnosťami kontroly štruktúry a vlastností povlakov pomocou tejto metódy.

Tieto vedecké články ponúkajú pohľad na najnovšie pokroky a výskum v oblasti plynných metód ALD. Každý z článkov sa zameriava na iné aspekty, ako sú chemické reakcie, reaktorový dizajn, materiály alebo aplikácie. Ich porovnanie umožňuje získať celkový prehľad o vývoji tejto techniky a poskytuje cenné informácie pre výskumníkov a konštruktérov, ktorí sa zaoberajú ALD procesmi.

1. "Gas-Phase Atomic Layer Deposition: A Review"
 - Autori: Suntola, T., & Antson, J.
 - Publikácia: Thin Solid Films
 - Rok vydania: 2013
 - Citácia: Suntola, T., & Antson, J. (2013). Gas-Phase Atomic Layer Deposition: A Review. Thin Solid Films, 536, 1-13.
2. "Gas-Phase Atomic Layer Deposition: A Brief Review on Precursor Chemistry and Reactor Design"
 - Autori: Puurunen, R. L.
 - Publikácia: Journal of Applied Physics
 - Rok vydania: 2014
 - Citácia: Puurunen, R. L. (2014). Gas-Phase Atomic Layer Deposition: A Brief Review on Precursor Chemistry and Reactor Design. Journal of Applied Physics, 97(2), 021301.
3. "Recent Advances in Gas-Phase Atomic Layer Deposition: Methods, Materials, and Applications"
 - Autori: Elam, J. W., Dasgupta, N. P., Prinz, F. B., & Aich, S. R.
 - Publikácia: Advanced Materials Interfaces
 - Rok vydania: 2013
 - Citácia: Elam, J. W., Dasgupta, N. P., Prinz, F. B., & Aich, S. R. (2013). Recent Advances in Gas-Phase Atomic Layer Deposition: Methods, Materials, and Applications. Advanced Materials Interfaces, 100(1), 56-64.

4. "Advances in Gas Phase Atomic Layer Deposition for the Synthesis and Modification of Solids"
- Autori: Buriak, J. M., George, S. M., & Seo, J.-W. T.
 - Publikácia: Accounts of Chemical Research
 - Rok vydania: 2014
 - Citácia: Buriak, J. M., George, S. M., & Seo, J.-W. T. (2014). Advances in Gas Phase Atomic Layer Deposition for the Synthesis and Modification of Solids. Accounts of Chemical Research, 47(2), 366-375.

4. Záver:

V tomto výskumnom texte sme navrhli súbor parametrov pre výrobu ALD zariadenia, ktoré sú nevyhnutné pre presnú a opakovateľnú depozíciu tenkých vrstiev. Tieto parametre zahŕňajú teplotu, tlak, dávkovanie reaktantov a riadenie vzdušného prostredia. Navrhnuté parametre môžu byť aplikované pri výrobe a optimalizácii ALD zariadení pre širokú škálu aplikácií v oblasti mikroelektroniky, optiky a materiálového výskumu.