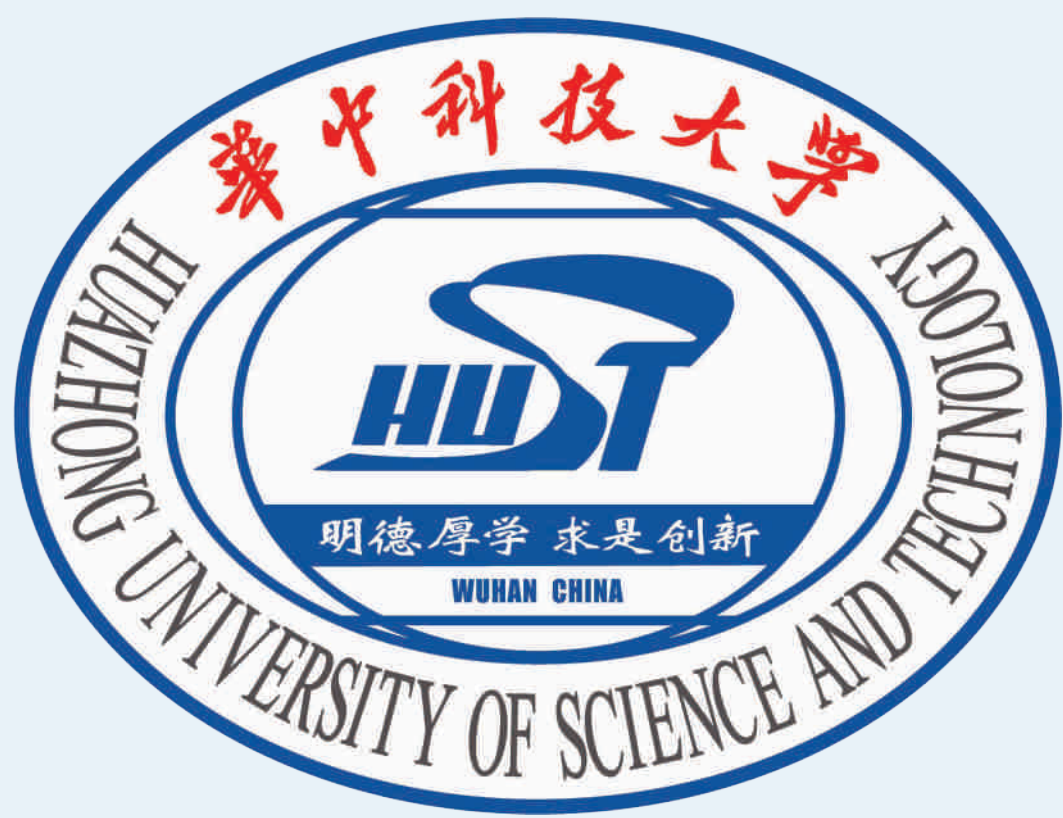




A High-efficiency Modular Nano-film Deposition System

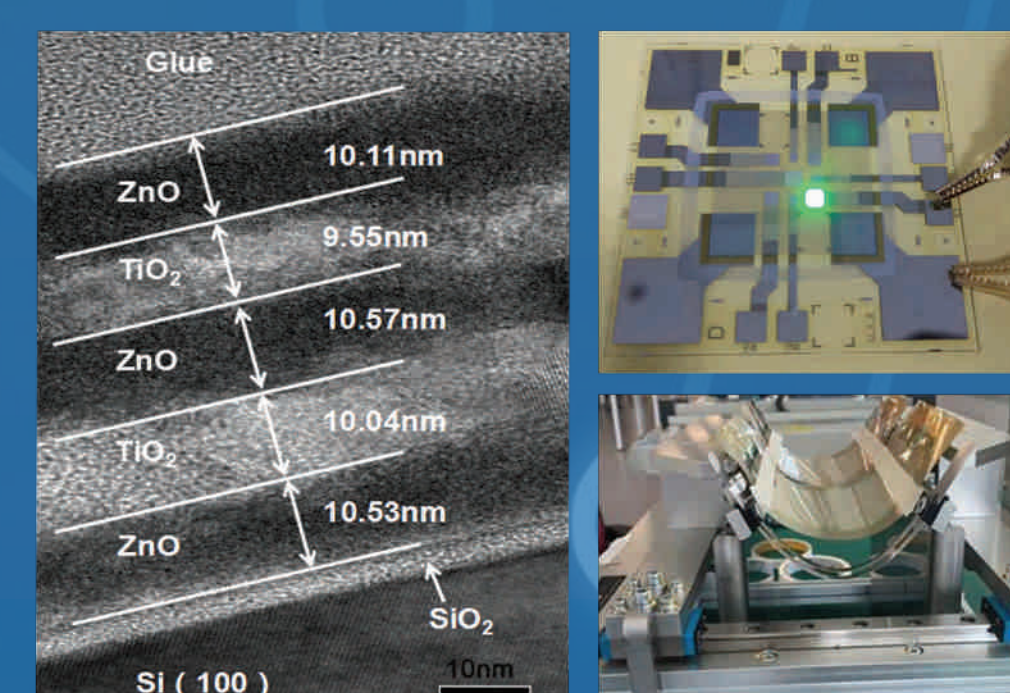
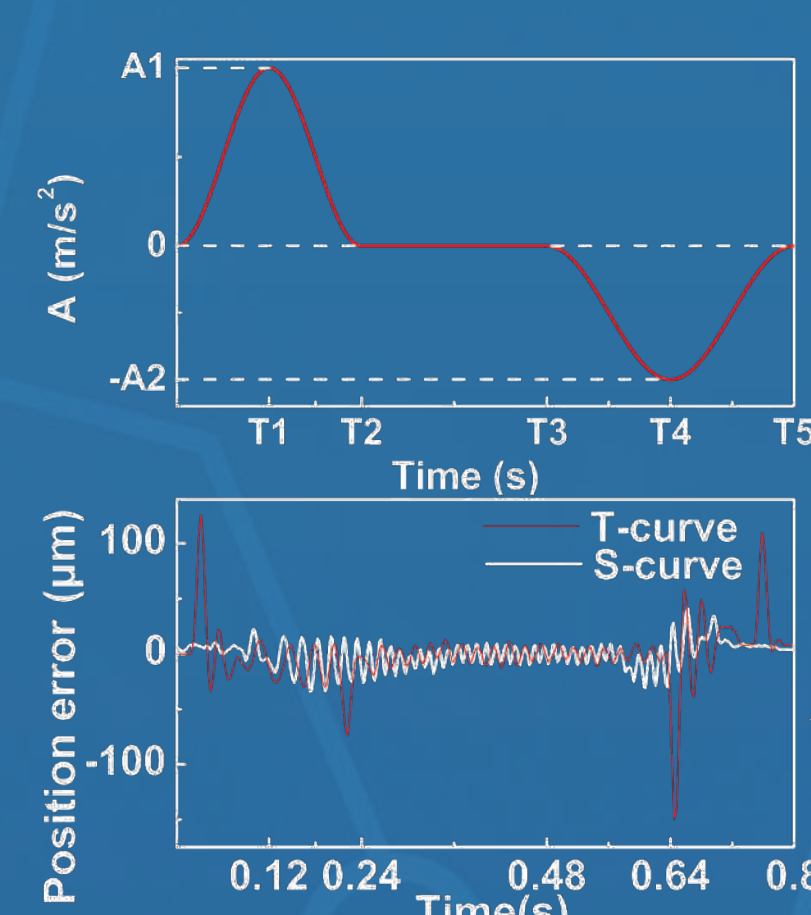
Integrated with universal modular injector, advanced temperature and motion control for depositing ultrathin films with atomic level precision on large-area/flexible substrates

Système de Dépôt de Nanoparticules Modulaire à Haut Rendement

Intégré à un injecteur modulaire universel, le contrôle avancé de la température et du mouvement pour le dépôt de couches ultra-minces avec une précision de niveau atomique sur des substrats de grande surface/flexibles

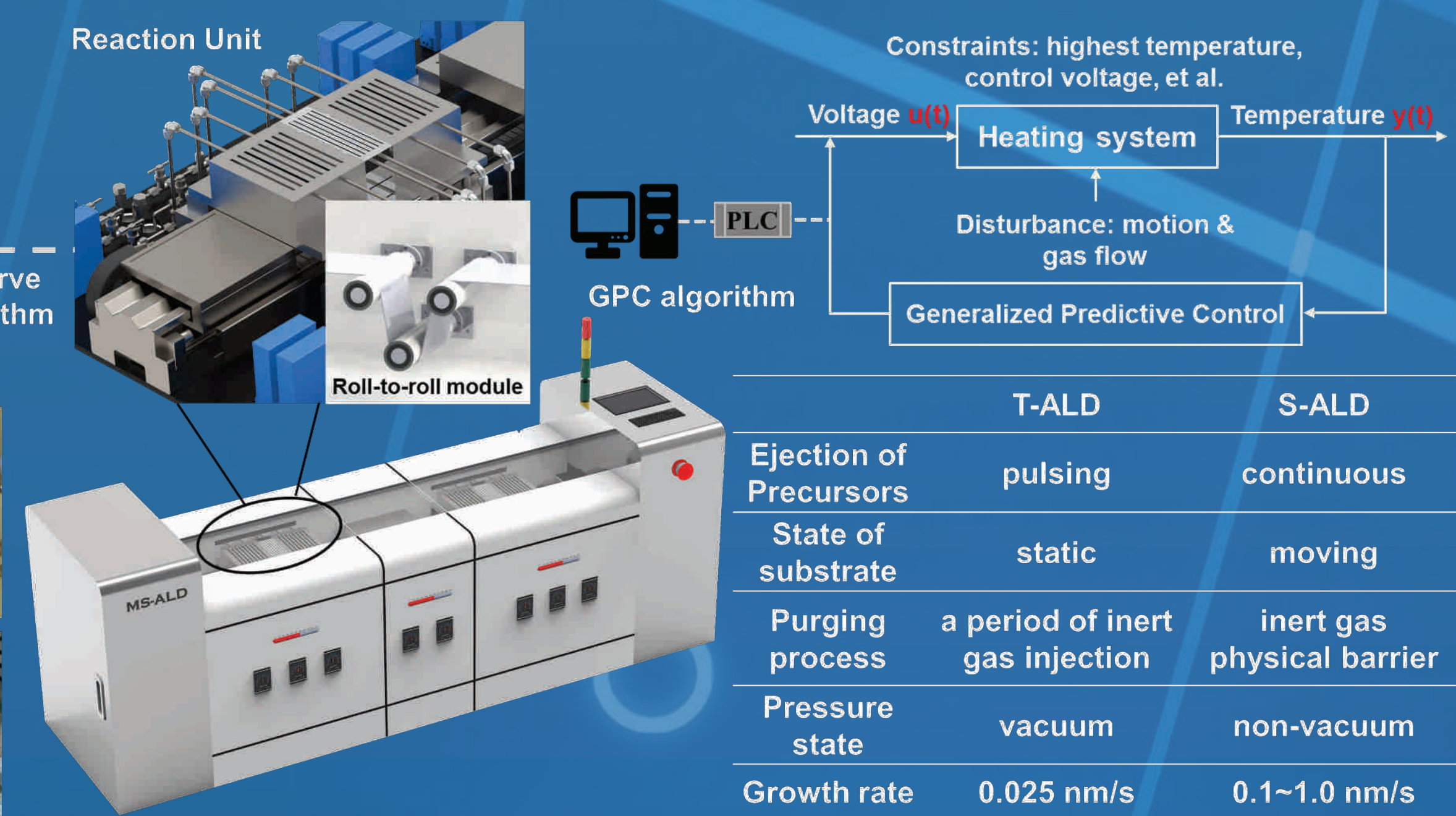
Introduction

Atomic layer deposition (ALD) is an advanced technology of ultrathin film deposition with atomic thickness control, pinhole free morphology, and excellent uniformity and conformality. It has been widely adopted in semiconductor manufacturing industry. Emerging applications, such as flexible electronics, solar panels, high end packaging, nevertheless, require ALD systems with higher throughput and lower cost. Here we introduce a breakthrough technology based on the atmospheric pressure, spatially separated deposition cycles. Integrated with universal modular injector, predictive temperature control, and S curve motion algorithm, our system could achieve up to 100 nm/min growth rate (2~3 orders of magnitude higher compared to conventional temporal ALD system) while maintaining the convenience and advantages of ALD. The modular injectors enable the easy scaling up the apparatus to meter size substrates, to nanolaminates of different materials, and to roll-to-roll deposition. Such system could be readily applied to areas of flexible electronics encapsulation, high-end food and medicine packaging, photovoltaic backside passivation etc.



Introduction

Le dépôt de couche atomique (ALD) est une technologie avancée de dépôt de couche ultra-mince avec un contrôle d'épaisseur atomique, une morphologie sans piqûres et une excellente uniformité et conformité. Il a été largement adopté dans l'industrie de fabrication de semi-conducteurs. Les applications émergentes, telles que l'électronique flexible, les panneaux solaires, les emballages haut de gamme, nécessitent néanmoins des systèmes ALD à plus haut débit et à moindre coût. Nous introduisons ici une technologie révolutionnaire basée sur la pression atmosphérique, l'ALD spatialement séparée, qui transforme les cycles du domaine temporel en cycles de dépôt séparés spatialement. Intégré à l'injecteur modulaire universel, le contrôle de température prédictif, et l'algorithme de mouvement de courbe S, notre système pourrait atteindre 100 nm/min de taux de croissance (2 à 3 ordres de grandeur plus élevés par rapport au système ALD temporel conventionnel) tout en maintenant la commodité et les avantages de l'ALD. Les injecteurs modulaires permettent une mise à l'échelle facile de l'appareil pour mesurer les substrats de taille, les nanolaminés de différents matériaux et le dépôt de rouleau à rouleau. Un tel système pourrait être facilement appliqué aux domaines de l'encapsulation de l'électronique flexible, de l'emballage haut de gamme des aliments et des médicaments, de la passivation de la face arrière photovoltaïque, etc.



	T-ALD	S-ALD
Ejection of Precursors	pulsing	continuous
State of substrate	static	moving
Purging process	a period of inert gas injection	inert gas physical barrier
Pressure state	vacuum	non-vacuum
Growth rate	0.025 nm/s	0.1~1.0 nm/s

Special Features and Advantages

- Ultrafast film growth rate up to 100 nm/min (in comparison of 0.1-1 nm/min by conventional ALD)
- Integrated modular injector design with multi-layer structures for easy scale-up
- Model predictive control enables instant temperature swapping for nano-laminate deposition
- Extremely low residual vibration with advanced S curve motion algorithm
- The optimized nanolaminates could significantly reduce ambient moisture and oxygen penetration to the order of 10^{-6} g/m²/day and 10^{-3} cm³/m²/day, which in turn prolong the lifetime of flexible electronic devices

Applications

- Photovoltaic backside passivation
- Encapsulation of OLED and QLED displays
- High end packaging for food and medicines
- Wearable electronics, smart skins, medical devices

Caractéristiques Particulières et Avantages

- Vitesse de croissance de la couche ultrarapide jusqu'à 100 nm/min (en comparaison de 0,1-1 nm/min par ALD conventionnel)
- Conception d'injecteur modulaire intégrée avec des structures multicouches pour une mise à l'échelle facile
- Le modèle de commande prédictif permet un échange de température instantané pour le dépôt de nanolaminé
- Vibration résiduelle extrêmement faible avec algorithme avancé de mouvement en courbe S
- Les nanolaminés optimisés pourraient réduire considérablement l'humidité ambiante et la pénétration de l'oxygène de l'ordre de 10^{-6} g/m²/jour et de 10^{-3} cm³/m²/jour, ce qui prolongera la durée de vie des dispositifs électroniques flexibles

Applications

- Passivation de la face arrière photovoltaïque
- Encapsulation d'écrans OLED et QLED
- Emballage haut de gamme pour les aliments et les médicaments
- Appareils électroniques portables, peaux intelligentes, dispositifs médicaux

Awards

Annual Intellectual Property Award, Huazhong University of Science and Technology, China (2016)
"Most Read" article of Journal of Vacuum Science and Technology A, USA (2015)

Intellectual Property

PRC Patent: ZL201310636874.1, ZL201310636805.0, ZL201310583654.7, ZL201310585179.7, ZL201310571593.2, ZL201220590722.3
PCT/CN2017/088371, Software Copyright: 2016SR020501

Principal Investigators

Prof. Rong CHEN, Prof. Bin SHAN, Mr. Xiaolei WANG, Dr. Yun LI, Dr. Kun CAO, Mr. Wei DAN, Mr. Yili HUANG
State Key Laboratory of Digital Manufacturing Equipment and Technology
Huazhong University of Science and Technology
E-mail: rongchen@mail.hust.edu.cn