

### T13. 原子層プロセス (ALP: Atomic Layer Process) の解析技術と応用技術 (3)

関連大分類 : 8 プラズマエレクトロニクス, 13 半導体

日時 : 2026 年 3 月 15 日(日) 9:00~18:00

会場: 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京科学大学 大岡山キャンパス 70A-101 会場 (ハイブリッド開催)

世話人 : 霜垣幸浩 (東京大学), 浜口智志 (大阪大学), 唐橋一浩 (名古屋大学), 百瀬健 (熊本大学),  
廣瀬文彦 (山形大学), 東雲秀司 (東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社)

微細化や三次元化が進む半導体製造プロセスにおいて, 原子層堆積 (ALD : Atomic Layer Deposition) や原子層エッチング (ALE: Atomic Layer Etching) などの原子層プロセス (ALP: Atomic Layer Process) は益々重要性を増している。その反応メカニズムや速度論等の基礎は, 応用分野を超えた共通性を有する。当シンポジウムは, このようなプロセスサイエンスと ALP の最先端技術動向を議論し, 材料・デバイス・プロセス等の幅広い分野の研究者・技術者が問題意識を共有し, この分野の更なる技術革新を推進する事を目的とし, 前回の 2025 年秋季大会に引き続きタイトルを (3) として開催した。

以下, 本 ALP シンポジウムの内容を報告する。

午前は, 英語セッションとして, 国内外の研究者による招待講演 6 件を実施した。高温選択 ALD, 3D デバイス指向の新パラダイム, 超高アスペクト比構造での解析, in situ 診断, プラズマ ALE まで, 「作る・削る・測る」を軸に議論が行われた。

Haonan Liu 氏 (TEL TTS) からは選択 ALD に関する講演があり,  $\text{SiO}_2$  上のみをフッ素化することで, Si 及び SiN 上にものみ  $630^\circ\text{C}$  で熱 ALD-SiN を選択製膜できることが示された。本講演は, 今年の ALD/ALE2025 において Outstanding Presentation Award を受賞した内容である。

Rong Chen 氏 (Huazhong University of Science and Technology) は, オンラインにて, 選択 ALD に関する俯瞰的講演を行い, 半導体デバイスにおけるアプリケーション, インヒビター, 種々の製膜材料 (金属, 絶縁膜), プロセス条件など, 多岐にわたる話であった。また, 今年, 韓国で開催される第 2 回 Asia-Pacific ALD (AP-ALD 2026) についても紹介があった (同氏は第 1 回の Program Chair である)。

Han-Bo-Ram Lee 氏 (Incheon National University) は, ALD/ALE2025 の ALD Program Chair であり, 三次元構造の半導体デバイスに対応した ALD プロセス, 特に, 複数のプリカーサを供給した後に反応ガスを加え原子層レベルで組成を制御した多元系薄膜を形成する Atomic Layer Modulation (ALM) についての紹介を行った。

Mikko Utriainen 氏 (Chipmetrics Ltd) からは, 同社で製造している ALD 膜評価用 TEG に関する講演で, 被覆性や選択性の評価に対して極めて有用であることが示された。

Sumit Agarwal 氏 (Colorado School of Mines) はフライト遅延により来日・オンライン講演ともに不可能となったが, 急遽, 同氏の研究室の学生である Wallis Scholl 氏により, 今年の AVS71 で招待講演された Polyurea の Molecular Layer Deposition についてオンライン講演が行われた。

Heeyeop CHAE 氏 (Sungkyunkwan University) は, ALD/ALE2025 の ALE Program Chair であり, 金属から誘電体までの幅広い材料の ALE による表面改質や材料除去プロセスを, イオンボンバードメント, 熱脱離, 配位子交換, 配位子揮発化などの観点から紹介された。

午後は英語による一般講演 2 件に続き, 日本語セッションとして招待講演 3 件と一般講演 8 件を行った。招待講演では, 先端 3D ナノデバイスにおける ALP の位置づけ, 高純度ガリウムプリカーサー開発, 量子応用を見据えた原子スケールプロセッシングなど, ALP の将来像が提示された。一般講演では, 低ダメージ ALE, 選択成長, 高スループット化に加え, KMC や NNP 等による反応解析とプロセス最適化などに関する成果が報告された。

招待講演では, まず, 若林整氏 (東京科学大学) より, 高アスペクト比構造に対応した製膜やエッチングが要求される最先端半導体デバイスにおける ALP 工程の重要性について, 最近の主要国際学会で報告された断面構造やプロセスフローを用いて詳細に説明があった。

水谷文一氏 (高純度化学研究所) からは, 高純度 GaN および Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜形成に向けた ALD 用ガリウムプリカーサー開発について講演があった。従来のアルキルガリウムでは炭素混入が課題であったが, GaCp\* を用いることで低温 (200°C) かつ高純度製膜が可能であることが示された。

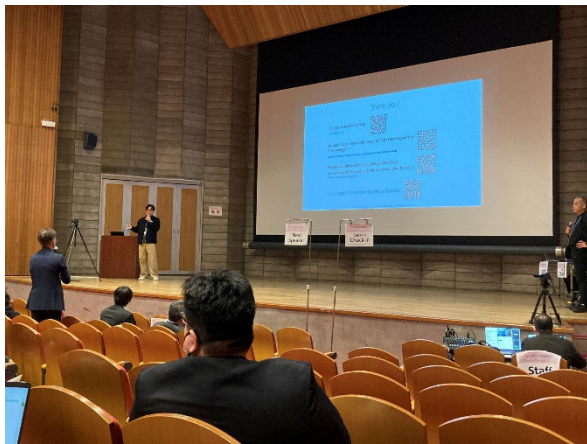
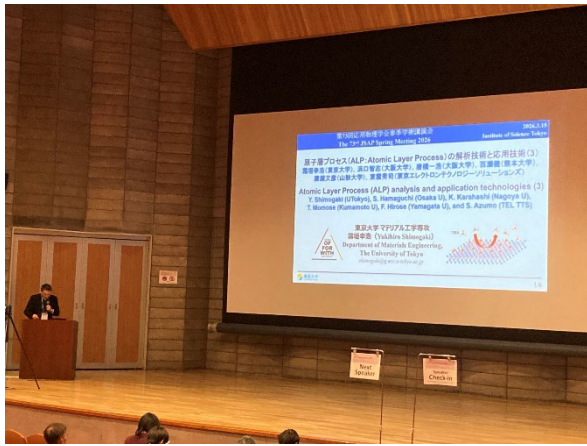
伊藤昌平氏 (オックスフォード・インストルメンツ) からは, 超伝導量子デバイスをターゲットとした高品質金属窒化物化合物のコンフォーマル製膜における ALD/ALE 統合プロセス (ASP: Atomic Scale Processing: ASP) の有効性が紹介された。

一般講演は, 前述の 2 件を含め, 計 10 件実施した。当初 11 件の投稿があったが, 時間的制約の関係で 1 件を他分科会に移行した。10 件の内訳は, 企業 2 件, 公的研究機関 1 件, 大学 7 件で, 内 3 件が奨励賞にエントリーにされた。内容は, ALD (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, HfO<sub>2</sub>, SiN, Mo, Co) や ALE (コンタクトホール低ダメージ ALE) に関するプロセス技術, それに関わる計測技術 (分光エリプソ), 原料関係 (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), シミュレーション技術 (原子レベルシミュレーション, 動力学的モンテカルロ法) など, いずれも本シンポジウムにふさわしいものであった。

今回は, 前回 (2025 年秋季大会) 以上に広い会場にて開催できたためか, 午前: 現地 152 名 (オンライン 124 名), 午後: 現地 152 名 (オンライン 106 名) と, 前回の現地 100 名 (オンライン 115 名) から大幅な参加者増加となった。また, 午前は英語セッションであったにもかかわらず, 午後と現地参加者数が同等であった。当シンポジウムの知名度向上や本プロセスへの関心の高まりが, 参加者増加の要因と考えられる。次回も, シンポジウム, もしくは先日発足した「原子層プロセス研究会」としての研究会セッションの開催を予定している。日本における原子層プロセスの発展のためにも, 更に多くの方々に参加いただき, 活発な議論や意見交換が行えることを期待する。

最後に, 今回も当シンポジウムに対し 6 社よりスポンサー支援をいただいた。この場を借りて深く感謝申し上げます。

以上



午前セッションにおけるオープニング及び招待講演での会場の様子

## Sponsors

Gas-Phase Growth Ltd.



**SAMCO**  
PARTNERS IN PROGRESS

**Swagelok**  
スウェージロック・ジャパン



スポンサー企業 6 社

# 第73回応用物理学会春季学術講演会シンポジウム T13 原子層プロセス (ALP: Atomic Layer Process) の 解析技術と応用技術 (3)

**日時 : 2026年3月15日(日) 9:00-18:30 (予定)**

**(前半 : 英語セッション, 後半 : 日本語セッション 予定)**

**会場 : 東京科学大学 大岡山キャンパス (応用物理学会会場)**

微細化や三次元化が進む半導体製造プロセスにおいて, 原子層堆積 (ALD: Atomic Layer Deposition) や原子層エッチング (ALE: Atomic Layer Etching) などの原子層プロセス (ALP: Atomic Layer Process) は益々重要性を増している。その反応メカニズムや速度論等の基礎は, 応用分野を超えた共通性がある。このようなプロセスサイエンスとALPの最先端技術動向を議論し, 材料・デバイス・プロセス等の幅広い分野の研究者・技術者が問題意識を共有し, この分野の更なる技術革新を推進する事を目的とする。

## 【招待講演者】

**Han-Bo-Ram Lee** (Incheon National University)

「New Paradigms in Atomic Layer Deposition for 3D Semiconductor Device Fabrication」

**Heeyeop Chae** (Sungkyunkwan University)

「Plasma-Based Atomic Layer Etching for Semiconductor Device Fabrication」

**Rong Chen** (Huazhong University of Science and Technology)

「Thin Film Atomic Layer Deposition and Selective Processes」

**Mikko Utriainen** (Chipmetrics Ltd)

「Ultra-High Aspect Ratio Test Structures in ALP Process Analytics」

**Sumit Agarwal** (Colorado School of Mines)

「Development of Atomic Layer Deposition and Atomic Layer Etching Processes for Semiconductor Device Fabrication using In Situ Diagnostics」

**劉 昊南** (東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社)

「Enabling High Temperature Three-color Area Selective Deposition of SiN through controlled surface fluorination」

**若林 整** (東京科学大学)

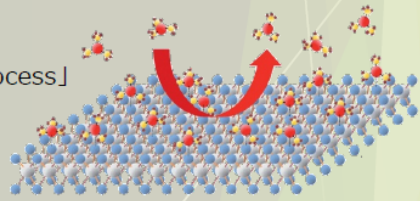
「先端LSI向け3Dナノデバイスに必要な不可欠なAtomic-Layer Process」

**水谷 文一** (株式会社 高純度化学研究所)

「高純度薄膜の原子層堆積用ガリウムプリカーサーの開発」

**伊藤 昌平** (オックスフォード・インスツルメンツ株式会社)

「Atomic scale Processing for Quantum computing - ALD and ALE- (仮題)」



**主催 : プラズマエレクトロニクス分科会, シリコンテクノロジー分科会**

**世話人 :** 霜垣幸浩(東京大学), 浜口智志(大阪大学), 唐橋一浩(名古屋大学), 百瀬健(熊本大学), 廣瀬文彦(山形大学), 東雲秀司 (東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社)

**※ 一般講演募集中 (2026年1月8日17:00締切)**

**※ 協賛募集中 (プログラム記載, 資料配布・展示)**