



## 平成 30 年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」 調査研究報告書(公開版)

### 【研究題目】

原子層プロセス(ALP)技術開発推進を目指した包括的な産学連携体の構築

### 【整理番号】

TK18-031

### 【代表機関】

東京大学

### 【調査研究代表者(氏名)】

霜垣 幸浩

### 【TIA 内連携機関：連携機関代表者】

産業技術総合研究所：遠藤 和彦

物質・材料研究機構：生田目 俊秀

### 【TIA 外連携機関】

名古屋大学，大阪大学

### 【報告書作成者】 出浦 桃子

【報告書作成年月日】 2019 年 3 月 29 日

### 【連携推進(具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等)】

原子層堆積(ALD)・原子層エッチング(ALE)を併せた原子層プロセス(ALP)の技術開発推進に向けて、TIA 機関である東京大学、産業技術総合研究所、物質・材料研究機構以外の連携メンバー候補を選定した。上記 3 機関はいずれも ALD 研究をメインに行っているため、学术界からは ALE 研究を行っている名古屋大学、大阪大学が候補に挙げられた。一方、産業界からは、材料、装置、計測器、デバイスの各技術階層に所属するメーカー複数社ずつから聞き取りを行い、本連携体に対する期待と要望、連携体への参加希望の有無をとりまとめた。連携体参加に対する積極性は、技術階層ごと、または階層内でも企業によって異なるが、ALP 技術の発展にはどの企業も強い期待を持っていることが分かった。連携方法を工夫し、得られた情報の取り扱い方法などを適切に決定すれば、多くの企業が連携体に参加する期待が持てた。

また、上記の産学機関メンバーによる会合を複数回開催した。ここでは、連携体のあり方を模索するとともに、具体的な研究の内容や進め方に関する相談、外部資金獲得に向けた諸々の準備などを行った。

ALP 技術に対する期待は、開催した研究会の参加人数にも明確に表れていた。2018 年 6 月に化学工学会反応工学部会 CVD 反応分科会第 28 回シンポジウム「アトミックレイヤープロセッシングの基礎と最新技術動向」を共催したところ、225 名(通常シンポジウムの 2 倍程度)が参加した。また、2018 年 9 月には応用物理学会第 79 回秋季学術講演会にてシンポジウム「アトミックレイヤープロセスの現状と展望」を開催したが、会場が満席かつ立見が出るほど(120 名程度と推測、学会講演会でもあまり見られない状況)聴講者であふれた。さらに、2019 年 3 月には「データ科学における新分子材料の創製」と題する非公開インフォーマル研究会を開催し、25 名の参加者で白熱したディスカッションを行った。

### 【調査研究内容(実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果)】

ALP の最大の国際会議 ALD/ALE2018 を聴講したところ、日本人の参加者・発表者が非常に少なく、ALP に関する日本の研究開発が海外勢に後れを取っている現状を肌で感じる事ができた。一方で、



上述したとおり、シンポジウム開催や聞き取りを通して国内メーカーのALP技術に対する期待は非常に大きいことが分かり、期待と研究開発状況の著しい乖離が実感できた。

TIA 機関におけるALD研究は継続的に行われており、今年度も7件の論文投稿、28件の学会発表、1件の特許出願があった。共同研究や共用設備利用もTIA内外で積極的に行った。さらに1件の受賞もあり、研究成果が認められている。下記に論文および学会発表のうち主要なものを記載する。  
〈論文〉

1) T. Irisawa, N. Okada, W. Mizubayashi, T. Mori, W.-H. Chang, K. Koga, A. Ando, K. Endo, S. Sasaki, T. Endo, and Y. Miyata, “CVD Growth Technologies of Layered  $\text{MX}_2$  Materials for Real LSI Applications—Position and Growth Direction Control and Gas Source Synthesis”, IEEE Journal of the Electron Devices Society **6** (2018) 1159.

2) Toshihide Nabatame, Erika Maeda, Mari Inoue, Kazuya Yuge, Masafumi Hirose, Koji Shiozaki, Naoki Ikeda, Tomoji Ohishi, Akihiko Ohi, “Hafnium silicate gate dielectrics in GaN metal oxide semiconductor capacitors”, Applied Physics Express **12** (2019) 011009.

等

〈学会発表〉

1) N. Okada, N. Uchida, S. Ogawa, T. Kanayama, “Cu Barrier Properties of Cluster-Preforming-Deposited Amorphous WSi<sub>n</sub> Films Depending on Composition”, 21st IEEE International Interconnect Technology Conference, 10.20, USA, June 2018.

2) 霜垣 幸浩, 「ALD・CVD プロセスの反応工学」, CVD 反応分科会第 28 回シンポジウム, 基調講演, 東京, 2018 年 6 月.

3) 前田 瑛里香, 生田目 俊秀, 弓削 雅津也, 廣瀬 雅史, 井上 万里, 大井 暁彦, 池田 直樹, 塩崎 宏司, 大石 知司, 「HfSiO<sub>x</sub> 絶縁膜を用いた n-GaN MOS キャパシタの高耐圧特性」, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 18p-PA6-19, 名古屋, 2018 年 9 月 (Poster Award 受賞).

4) 生田目 俊秀, 女屋 崇, 澤本 直美, 大井 暁彦, 池田 直樹, 小椋 厚志, 「ZrO<sub>2</sub> シード層による強誘電体 Hf<sub>x</sub>Zr<sub>1-x</sub>O<sub>2</sub> 薄膜形成」, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-141-2, 名古屋, 2018 年 9 月.

等

#### 【今後の予定】

TIA 外の連携機関, 特に産業界の機関を具体的に決定する. 大学・研究所 (学術界) と, 材料・プロセス・装置・デバイスの各技術階層のメーカー (産業界) からなるコンソーシアム設立に向けた準備を進める. 外部資金として, 文部科学省 2019 年度「材料の社会実装に向けたプロセスサイエンス構築事業」への応募を検討している.

以上。