

ARIM ALD データ活用



AIアシスタント

成膜条件によるAl₂O₃膜の誘電率データ

管理コード	略語	名称	英語名
0271-01	TMA	トリメチルアルミニウム	Trimethylaluminium
0271-02	TMA	トリメチルアルミニウム	Trimethylaluminium
0271-03	TMA	トリメチルアルミニウム	Trimethylaluminium
0271-04	TMA	トリメチルアルミニウム	Trimethylaluminium
0271-05	TMA	トリメチルアルミニウム	Trimethylaluminium
0271-06	TMA	トリメチルアルミニウム	Trimethylaluminium



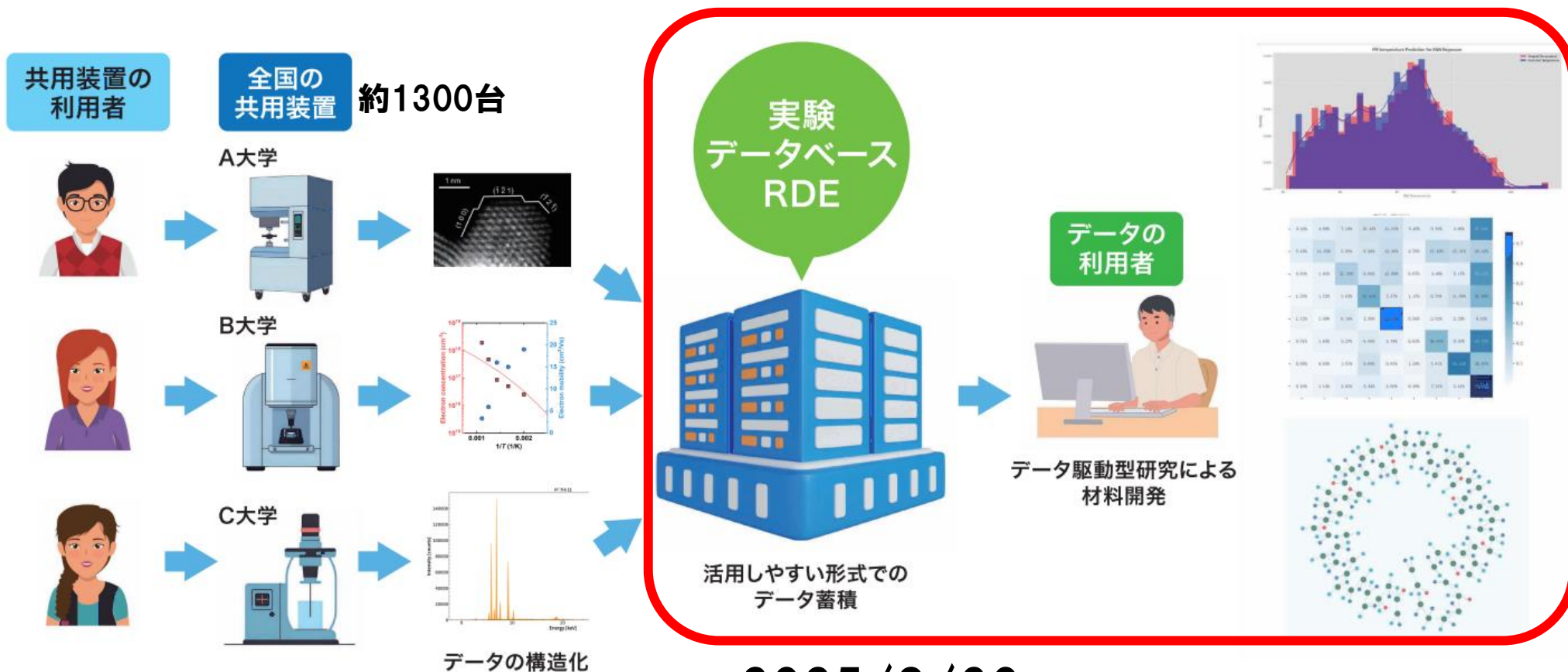
ALD実験者向け

数百件の実験データから参考実験を探して条件
決めの出発点にできる
AI検索サービスのご紹介

物質・材料研究機構
データコーディネータ
桑田 武

ARIMデータ利用サービスとは

マテリアル実験データを公開、提供するサービス



ARIM設備共用サービス

NEW

2025/9/30~

データ利用サービス

ARIMデータポータル

ARIMポータルから実験データのダウンロードが可能



リアルな実験データで マテリアルAI研究を加速する

世界初、大規模マテリアル実験データ共用サービス始動

2025年9月30日サービス開始

詳細を見る

11万件	1,222台	4,854名	167万件
共用データ/9月末	ARIM共用機器	データ登録者	総蓄積データ/9月末

データ区分からさがす

- ☐ Open (25)
- ☐ Sample (0)
- ☐ License (802)
- ☐ Restricted (0)
- ☐ Confidential (0)

利用年度からさがす

- ☐ 2022年 (645)
- ☐ 2023年 (48)
- ☐ 2024年 (53)
- ☐ 2025年 (47)

実施機関からさがす

- ☐ 物質・材料研究機構 (51)
- ☐ 東北大学 (16)
- ☐ 東京大学 (4)
- ☐ 名古屋大学 (39)
- ☐ 京都大学 (26)
- ☐ 九州大学 (113)
- ☐ 産業技術総合研究所 (40)
- ☐ 北海道大学 (67)
- ☐ 東京科学大学 (旧東京工業大学) (16)
- ☐ 量子科学技術研究開発機構 (17)
- ☐ 名古屋工業大学 (51)
- ☐ 自然科学研究所 (185)
- ☐ 電気通信大学 (28)
- ☐ 筑波大学 (5)
- ☐ 豊田工業大学 (23)
- ☐ 香川大学 (3)
- ☐ 広島大学 (27)
- ☐ 日本原子力研究開発機構 (7)
- ☐ 公立千歳科学技術大学 (37)
- ☐ 北陸先端科学技術大学院大学 (23)

実施機関: 自然科学研究所
装置・プロセス: MS-101: マスクレス露光装置
登録日: 2025.10.2

ICP-RF Spicaにおけるガス流量及び圧力とエッチング形状に関する実験 [プロセスデータ編]

課題名: ICP-RF Spicaにおけるガス流量及び圧力とエッチング形状に関する実験
課題番号: JPMXP1225NM2032
ファイル数: 51
実施機関: 物質・材料研究機構
装置・プロセス: NM-662: 低ダメージ精密エッチング装置 [Spica]
登録日: 2025.10.2

デュアルビームFIB-SEM加工装置(Quanta)による熱電材料中のナノ構造組織の解析 β -FeSi₂の加工

課題名: 機能性向上を目指す熱電材料中のナノ構造組織の解析
課題番号: JPMXP1222KU0023
ファイル数: 40
実施機関: 九州大学
装置・プロセス: KU-005: デュアルビームFIB-SEM加工装置
登録日: 2025.10.1

直交型FIB-SEMによる熱電材料中のナノ構造組織の解析 β -FeSi₂の加工

課題名: 機能性向上を目指す熱電材料中のナノ構造組織の解析
課題番号: JPMXP1222KU0023
ファイル数: 51
実施機関: 九州大学
装置・プロセス: KU-005: 直交型FIB-SEM
登録日: 2025.10.1

コバルト系磁性材料における磁気-熱電変換特性

課題名: コバルト系磁性材料における磁気-熱電変換特性に関する研究
課題番号: JPMXP1223NI1202
ファイル数: 18
実施機関: 名古屋工業大学
装置・プロセス: NI-012: 顕微鏡X線分析装置
登録日: 2025.9.29

人気のデータセット

1

カーボンの薄片上の金属微粒子の試料作製と観察/Sample Preparation and TEM Observation of Metal Nanoparticles on Carbon Thin Films

2

Arイオンビームミリング法によるピラー加工形状の基板傾斜角による違いと時間変化

3

レジスト膜厚の温度・粘度依存性

4

熱電変換材料開発のためのFe基ホイスラー化合物の顕微鏡X線分析装置による組成分析

5

高分子表面のTOF-SIMS測定

ALDデータベース概要

539

実験

AIST 4装置 + 北大 3装置

16

材料

酸化物・窒化物・金属
SiCN・TaN 等の新材料含む

20

プリカーサ

物性データ付き
(蒸気圧・CAS・純度 等)

約70

項目／1実験 (平均)

実験ごとの登録済み項目数
レンジ 約30～155 ※下記注

※ 項目数は、成膜ステップや膜特性測定を本質的に伴わない実験（表面処理・プリカーサ吸着・グラフ登録用ID 等）と北大装置分を除く403実験の統計

材料 (16種)

酸化物

Al₂O₃ (61) ・ SiO₂ (105) ・ HfO₂ (19) ・
ZrO₂ (48) ・ TiO₂ (20) ・ Ga₂O₃ (26) ・
ZnO (5) ・ Ta₂O₅ (4) ・ NiO (1)

窒化物

GaN (144) ・ AlN (18) ・ TiN (13) ・ SiN
(2) ・ TaN (7) ・ SiCN (11・炭窒化物)

金属

Ru (72)

プリカーサ (10元素・20種)

Al TMA (79)

Ga GaCp* (161) ・ TEGa (9)

Hf TEMAH (14)

Ni Ni(acac)₂ (1)

Ru TRuST (71) ・ Ru(EtCp)₂ (1)

Si BDEAS (88) ・ DIPAS (13) ・ VSZ (7) ・ 3DMAS (5) ・ BDMADMS (4)

Ta TBTDMT (11)

Ti TDMAT (21) ・ TTIP (9) ・ TiCl₄ (3)

Zn DEZ (5)

Zr TCZR (25) ・ CpZr(NMe₂)₃ (13) ・ TEMAZ (10)

条件・下地・特性が1実験単位でセット

条件値（成膜プロセス）

- 成膜方式：サーマル／プラズマ
- 反応ガス15種（ピュアオゾン・ND₃・混合比違いのH₂/N₂系まで区別）
- 基板温度 50～500℃／サイクル数 1～1066
- 各工程の時間・圧力（暴露／パージ／安定化／反応、sec・msec／Pa・mTorr両建て）
- プラズマパワー 40～600W
- プリカーサ物性（CAS・蒸気圧・純度 等）

下地・前処理

- 基板情報をほぼ全実験に記録（バルク材：Si／quartz）
- 下地膜は材料名＋成膜方式（Ru・TiN・Al₂O₃・InGaAs 等／ALD・PVD・エピ）
- 前処理は洗浄工程（BHF・HF 等）＋プラズマ条件（ガス・温度・パワー・時間）

特性値（測定結果）

- GPC・膜厚・屈折率（246実験）＋in-situ測定（231実験）
- 電気特性（31）：比誘電率・抵抗率・移動度・残留分極 等
- XPS組成（22）／XRD結晶性（22）
- 膜応力・被覆率・Dit・TDS・SEM・FTIR（67）
- SIMS不純物分析（7）

※ 特性の件数＝測定がある実験数で、全実験で全特性を測定しているわけではない「穴あき」のデータ — 生成AIにより測定の有無ごとに検索で絞り込める

「どう作ったか」（下地・前処理まで）と「どうなったか」が必ず対で残る

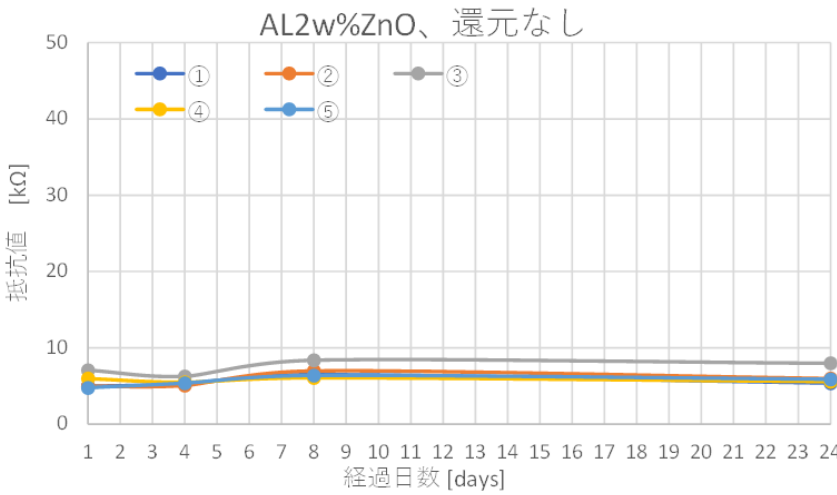
実験表:成膜条件によるAl₂O₃膜の誘電率データ

管理コード	サンプル		略語	名称	英語名	化学式	分子式	材料元素	通称	メーカー	CAS No	プリカーサ1				
	基板下地膜											沸点	融点	蒸気圧 [Pa]	蒸気圧 [mTorr]	蒸気圧測定温度 [°C]
0271-01	Ru		TMA	トリメチルアルミニウム	Trimethylaluminium	C ₃ H ₉ Al	Al(CH ₃) ₃	Al	TMA_2	ジャパン・アドバンスト・ケミカズ	75-24-1	126	15.3	9240	69300	
0271-02	Ru		TMA	トリメチルアルミニウム	Trimethylaluminium	C ₃ H ₉ Al	Al(CH ₃) ₃	Al	TMA_2	ジャパン・アドバンスト・ケミカズ	75-24-1	126	15.3	9240	69300	
0271-03	Ru		TMA	トリメチルアルミニウム	Trimethylaluminium	C ₃ H ₉ Al	Al(CH ₃) ₃	Al	TMA_2	ジャパン・アドバンスト・ケミカズ	75-24-1	126	15.3	9240	69300	
0271-04	Ru		TMA	トリメチルアルミニウム	Trimethylaluminium	C ₃ H ₉ Al	Al(CH ₃) ₃	Al	TMA_2	ジャパン・アドバンスト・ケミカズ	75-24-1	126	15.3	9240	69300	

- 14測定 × 61項目 を1シートに集約
- 3種の反応ガス (H₂O／ピュアオゾン／O₂) × 6水準の温度 (50～300°C) を網羅的に比較可能
- 成膜条件の詳細 (方式、温度、サイクル数、プラズマパワー・圧力等) を完備し
- プリカーサの物性値 (蒸気圧、沸点、融点、密度等) まで記載
- 誘電率だけでなく、膜厚・GPC・屈折率も同時記録 → 条件-特性の相関を一覧把握
- 全データに実験ID・実験日・装置名・実験者・DOI・公開URLが紐づき、トレーサビリティを確保

実験表: 強誘電体材料の積層によるMOSCAP、あるいはMIM構造の電気特性データ

膜厚・成長速度		FG	FD	FE	FF	FG	電気特性	電気特性添付1	添
m	GPC [nm/cycle]	電気測定種別	残留分極 [μC/cm ²]	電気測定条件	後処理				
		resistance			AZO膜抵抗値の推移 還元なし：水素プラズマ後処理無し		https://res.cloudinary.com/dbuhrwulf/image/upload/ald_database/0238-01-3-080-01.png		
		resistance			AZO膜抵抗値の推移 還元あり：水素プラズマ後処理あり 後処理条件：水素プラズマ 温度：200℃ プラズマパワー：300W 圧力：200mTorr 所要時間：30min		https://res.cloudinary.com/dbuhrwulf/image/upload/ald_database/0238-02-3-080-01.png		
5		polarization	8	@700℃ 10ms			https://res.cloudinary.com/dbuhrwulf/image/upload/ald_database/0242-01-3-080-01.png		
10		polarization	29.2	@700℃ 10ms			https://res.cloudinary.com/dbuhrwulf/image/upload/ald_database/0242-02-3-080-01.png		
4	0.133	CV_IV					https://res.cloudinary.com/dbuhrwulf/image/upload/ald_database/0265-00-3-080-01.png		
		VI					https://res.cloudinary.com/dbuhrwulf/image/upload/ald_database/0265-00-3-080-01.png		



①②④⑤：測定地点_ウエハ外周近傍
③：測定地点_ウエハ中央

- 7測定 × 165項目 を1シートに集約
- 強誘電体HfO₂/ZrO₂積層からMIMダイオード多層膜まで、4課題のデバイス構造を横断比較可能
- 成膜条件の詳細（方式、温度、サイクル数、プラズマパワー・圧力等）を各積層ステップごとに完備
- プリカーサの物性値（蒸気圧、沸点、融点、密度等）まで記載
- 残留分極・CV・IV・抵抗値に加え、膜厚・GPC・屈折率も同時記録 → 条件-特性の相関を一覧把握
- 電気特性の測定グラフ画像にURLから直接アクセス可能
- 全データに実験ID・実験日・装置名・実験者・DOI・公開URLが紐づき、トレーサビリティを確保

実験表：SiO₂低温成膜における緻密性を向上させるDOEに使えるデータ

成膜条件1								
管理コード▼	材料暴露時間 [msec]▼	材料暴露圧力 [Pa]▼	材料暴露圧力 [mTorr]▼	パージ時間 [sec]▼	パージ時間 [msec]▼	パージ圧力 [Pa]▼	パージ圧力 [mTorr]▼	ガス安定化時間 [sec]
0156-01	50	5.8	43.5	1		10.4	78	
0156-02	200	5.8	43.5	1		10.4	78	
0156-03	400	5.8	43.5	2		10.4	78	

- 76測定 × 82項目 を1シートに集約
- 3種のプリカーサ（BDEAS／DIPAS／TDMAS） × 3種の酸化方式（O₂プラズマ／ピュアオゾン／サーマル） × 9水準の温度（50～500℃）を網羅的に比較可能
- 成膜条件の詳細（方式、温度、サイクル数、暴露時間、パージ時間、反応時間、プラズマパワー・圧力等）を完備し、プリカーサの物性値（蒸気圧、沸点、融点、液密度、CAS番号等）まで記載
- GPC・膜厚・屈折率・膜応力・被覆率・誘電率・界面準位密度（Dit）・FTIR・SEM断面を同時記録
→ 条件-膜質の相関をDOE的に一覧把握
- 全データに実験ID・実験日・装置名・実験者・所属機関・DOI・公開URLが紐づき、トレーサビリティを確保

レポート: SiO2低温成膜における緻密性を向上させるDOEに使えるデータ

4. 屈折率の温度依存性

屈折率は膜の緻密性の間接的な指標です。バルク SiO₂ の値（約 1.46）に近いことが、化学量論的で緻密な膜であることを示唆します。図 2 にリモートプラズマとダイレクトプラズマの比較を示します。

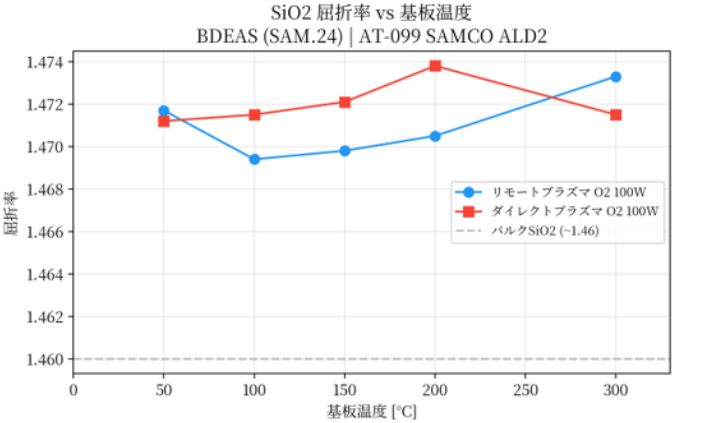


図 2. 屈折率 vs 基板温度

温度 [°C]	屈折率 (リモート)	屈折率 (ダイレクト)	実験 ID (RP / DP)
50	1.4717 *	1.4712 *	1072-01 / 1079-01
100	1.4694 *	1.4715 *	1072-02 / 1079-02
150	1.4698	1.4721	1072-03 / 1079-03
200	1.4705	1.4738	1072-04 / 1079-04
300	1.4733	1.4715	1072-05 / 1079-05

* 条件出し実験

5. 膜応力の温度依存性

膜応力は緻密性の直接的な指標です。圧縮応力は一般的に緻密な膜構造を示します。サーマル ALD（ピュアオゾン）で成膜した全ての SiO₂ 膜が、50~300℃の全温度範囲で圧縮応力を示しています。

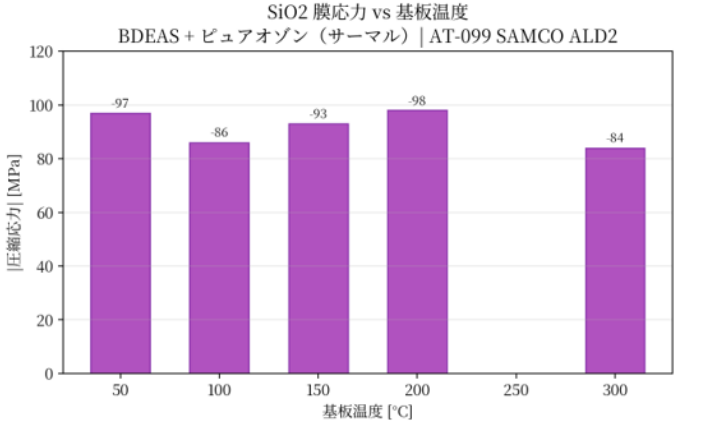
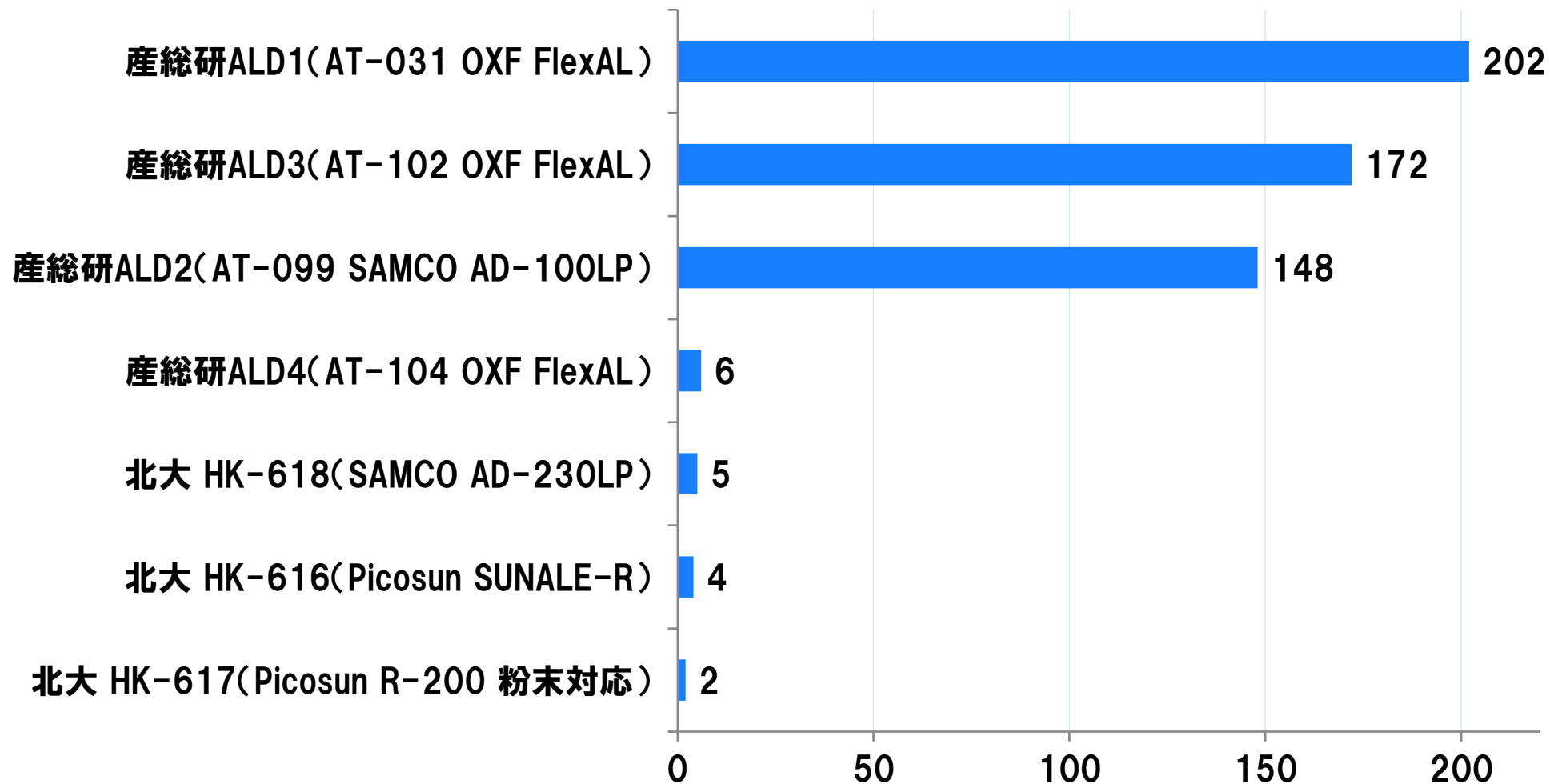


図 3. 膜応力 vs 基板温度 (BDEAS + ピュアオゾン、サーマル)

温度 [°C]	応力 [MPa]	種別	実験 ID
50	-97	圧縮	0323-01
100	-86	圧縮	0323-02
150	-93	圧縮	0323-03
200	-98	圧縮	0323-04
300	-84	圧縮	0323-05

- 6種のグラフで温度依存性・飽和曲線・方式間比較を視覚化
- 各グラフに対応する数値データ表を併記し、条件-特性の相関を一覧把握可能

装置別の実験数



成膜式から膜構造が読める

積層順・各層サイクル数・繰り返し数が分かる

単層	Al₂O₃
積層	(TiN) 63/ (ZrO₂) 256
3層構造	(ZnO) 7/ (SiO₂) 14/ (Al₂O₃) 8
超格子	{ (HfO₂) 1/ (ZrO₂) 1 } 60
ドーピング的挿入	{ (ZnO) 29/ (Al₂O₃) 1 } 6
ABC型 (3プリカーサ)	((Ga) (H₂/NH₃plasma) (N₂Plasma)) 30

材料名のみ = 単一材料の成膜

「(材料)サイクル数」を成膜順に / で連結 (TiN 63cyc → ZrO₂ 256cyc)

ZnO 7cyc → SiO₂ 14cyc → Al₂O₃ 8cyc の3層スタック

{ }内の組を60回繰り返し — 1:1

「ZnO 29cyc + Al₂O₃ 1cyc」を6回繰り返し — Alを微量ドーブしたZnO膜

1サイクル内の3ステップを()()()で列挙し × 30回



AISTの技術スタッフが、実験の実施からデータ登録までを担当

用語・単位・粒度の揃った均質なデータになる



XYグラフ(画像データ)まで参照できる

GPCカーブ・XPS・XRD・SEM・SIMS等を実験に紐付け



来歴をたどれる

DOI・データセットURL・ライセンスを紐付け。報告書付きは報告書まで一実施者・機関の記載が信頼性の裏付けに

データセット名：オックスフォードインストルメント社製ALD装置（FlexAL）を用いたALD成膜レシピとその膜特性（2022年度）

課題名：ALD成膜基礎データ（2022年）

データセット登録者（所属機関）：ARIMOTO, Hiroshi（産業技術総合研究所）

課題番号：JPMXP1222AT0458

実施機関：産業技術総合研究所

要約

産業技術総合研究所、共用施設、ナノプロセス施設、原子層堆積装置_3[FlexAL]は、8種類の反応ガス及び組成分析用in-situ XPS及び膜厚計測用in-situ 分光エリブンを装備した試料サイズ4インチφの原子層堆積装置です。今回2022年度のスタッフデータとしてRu表面のSiN材料吸着過程、Al₂O₃表面のSiO₂材料吸着過程及びCu表面酸化膜表面処理、水素プラズマによるRu表面の酸化膜除去表面処理などのin-situ XPS分析評価データ、又AlN/Al₂O₃単層膜の温度依存性詳細レシピデータ及びその評価データ（GPC、XPS組成、D-SIMS成分分析）を紹介いたします。

3DMS, SAM24を用いたSiN、SiO₂膜の成膜事例が記載されています。

キーワード：タグ
ARIM Japan

データメトリックス

ページビュー： 771

ダウンロード数： 109

データインデックス

<https://doi.org/10.71947/arim.jomsp1222at0458>

登録日： 2025.10.21

エンバーゴ解除日： 2023.09.30

データセットID：
a6dce693-799c-4256-acc1-
ec8be3c26d7d

データファイル数： 9

ファイル数： 41

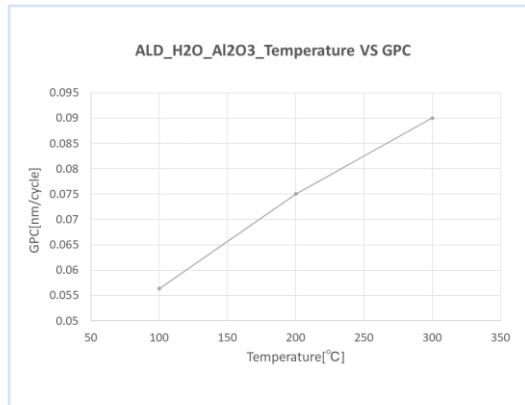
ファイルサイズ： 6MB

ライセンス：

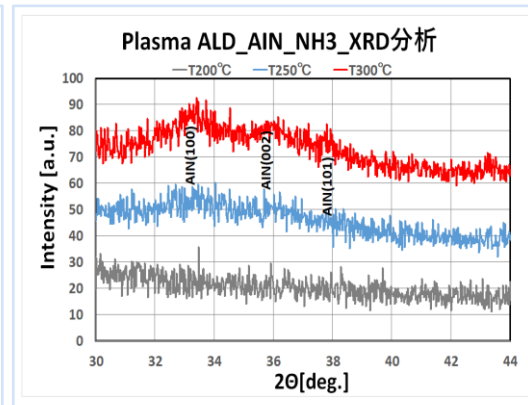
装置・プロセス

AT-102：原子層堆積装置_3（FlexAL）

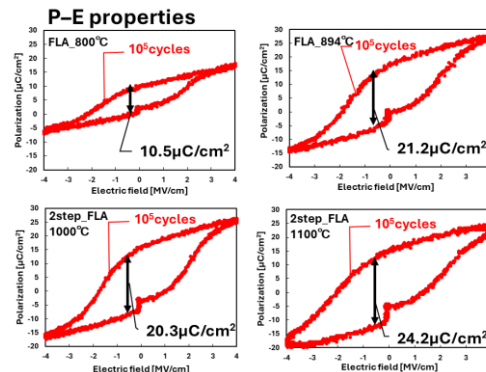
例



Al₂O₃ 基板温度 vs GPC・比誘電率
スタッフ作成まとめ（0273-00）



AlN NH₃プラズマ 温度別XRD比較
（0002-00）

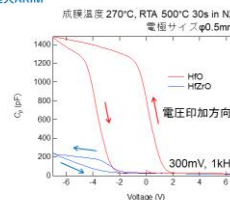
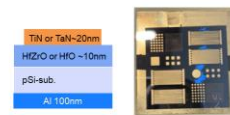


P-Eヒステリシス（0572-00・MIM）

試料試作状況

文料省マテリアル先端リサーチインフラ（ARIM）を用いたキャパシタ試作

- HfZrO 10nm成膜 ALD @産総研ARIM
- TiN or TaN 10nmスパッタ成膜 + 電極パターン付き @産総研ARIM
- RTA ~ 3条件 450°C, 500°C, 550°C, 30sec, N₂雰囲気 @名古屋大ARIM
- 裏面バックスパッタ @名古屋大ARIM
- 表面Al (100nm) 成膜 @名古屋大ARIM
- 上部電極にAu 100nm通孔スパッタ成膜@信州大学



- ・ キャパシタ試料作製と容量測定が可能になった。
- ・ 現状では、強誘電性から期待される容量測定ヒステリシスが得られていない。
- ・ 一部条件しか測定できていないので、他条件の測定ができるように環境整備を進める。

CV特性（0318-00・MOSCAP）

産総研ALD特化型AIサービス

産総研のALDデータを対象に、AIエージェントが専門検索・レポート作成を代行。メールやTeamsで依頼すると、誘電率や電気特性データをExcel/Wordで提供。

メールやWEB会議
で依頼



AIエージェントを
使って回答を
作成する



実験表や資料を実験
者に提供する



参考データを元に
実験条件を決める



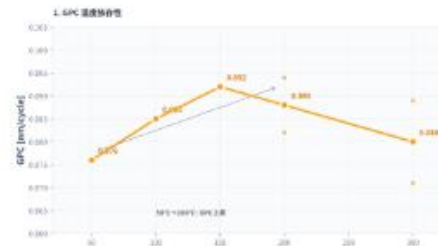
メール



WEB会議



実験ID	実験名	実験条件	実験結果	実験条件	実験結果	実験条件	実験結果	実験条件	実験結果
0001-01	0001-01-01	10	100	100	100	100	100	100	100
0001-02	0001-02-01	20	200	200	200	200	200	200	200
0001-03	0001-03-01	30	300	300	300	300	300	300	300
0001-04	0001-04-01	40	400	400	400	400	400	400	400
0001-05	0001-05-01	50	500	500	500	500	500	500	500
0001-06	0001-06-01	60	600	600	600	600	600	600	600
0001-07	0001-07-01	70	700	700	700	700	700	700	700
0001-08	0001-08-01	80	800	800	800	800	800	800	800
0001-09	0001-09-01	90	900	900	900	900	900	900	900
0001-10	0001-10-01	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000



実験者

ARIM担当者 & AIエージェント

実験者

データライセンス料金

	公共・アカデミア	一般
シングル (1人単位) 	1,000円/月 例： 4月入会 12,000円/年 12月入会 4,000円/年	2,000円/月 例： 4月入会 24,000円/年
グループ (5人以上一律) 	5,000円/月 例： 4月入会 60,000円/年	10,000円/月 例： 4月入会 120,000円/月

(消費税別)

- ① 料金体系: **年間購読制 (年会費型)**
- ② お支払期間: **年度単位** (年度をまたぐ契約は行いません)
- ③ お支払方法: **契約開始月から年度末までの利用料金を一括**でお支払いただきます。

例: 10月に利用を開始した場合、10月から翌年3月までの6カ月分を一括でお支払。

- ④ 途中解約: 年度途中での**解約は不可**とします。
- ⑤ 契約内容の変更: 年度途中でのプランや組み合わせの変更は認めません。

■ ARIMデータポータルのウェブ申込 または 申請書(Excelファイル)の送付から行えます。

ウェブ申込

申請書（ファイル）申込



① 会員登録申請書.xlsx



② 利用申請申込書.xlsx

データ共用事務局_ライセンス担当
arim_license@ml.nims.go.jp

件名: 『ARIMデータポータル会員登録/利用申込書』
を入れてください。

https://nanonet.go.jp/data_service/page/service.html

まとめ：ALD実験データベース、3つの柱

①

中身が濃い

条件・下地・膜構造・温度スイープ・複数プリカーサー 再現に必要な粒度で残る

②

高品質

AIST技術スタッフによる均質な登録、報告書による登録者の裏付け

③

取り出しやすい

539実験×200項目超を、AIが自然言語からExcel・グラフへ

条件を言うだけで、数百件の実験データから参考例が見つかる。

数値は2026年7月21日時点のデータベース照会に基づく

ご清聴ありがとうございました



この後、会場でAIエージェントのデモを実施します

「こんなデータはないか？」 — 検索してみたい方は、お気軽にお声がけください



オンラインご参加の方・じっくり相談されたい方へ

アンケートに連絡先のご記入欄があります — ご記載いただければ、個別にご連絡いたします