

サムコにおけるALD装置開発 及びプロセス開発

第1回ARIM量子・電子マテリアル領域セミナー

サムコ株式会社
小林 貴之、中村 昌幸

アウトライン

- ALDとは?
- 当社ALD装置の仕様と特徴
- 当社ALD装置で成膜した膜の成膜例
- 当社ALD装置を用いた応用例の紹介
- まとめ

会社概要



1979年
京都に設立



173人
従業員数



6387
プライム市場上場



11
海外拠点



4,300台以上
装置納入実績

2022年7月期（43期）の決算概要



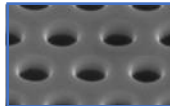




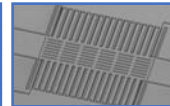
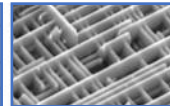

64 億円
売上高

10.5 億円
純利益

10.8 %
ROE



事業概要

									
MicroLED, LED	Laser, VCSEL	Photonic Crystal	Power Device	RF Device	RF Filter	Capacitor	MEMS, TSV	Failure Analysis	R&D
CVDソリューション: ALD, PECVD, LSCVD®, DLC Coating									
ドライエッチングソリューション: ICP, RIE, DRIE, XeF ₂									
ドライ洗浄ソリューション: Aqua Plasma®, Plasma Cleaning, UV Ozone Cleaning									

世界中の大学・研究機関と半導体製造工場へ

プラズマCVD、ドライエッチング、ドライ洗浄装置を提供するグローバル中堅企業

ALDの特徴

■熱ALD

1. ナノレベルの膜厚制御性
2. コンフォーマル、優れたステップカバレッジ
3. 面内均一性に優れる
4. 再現性に優れる
5. ピンホールフリー

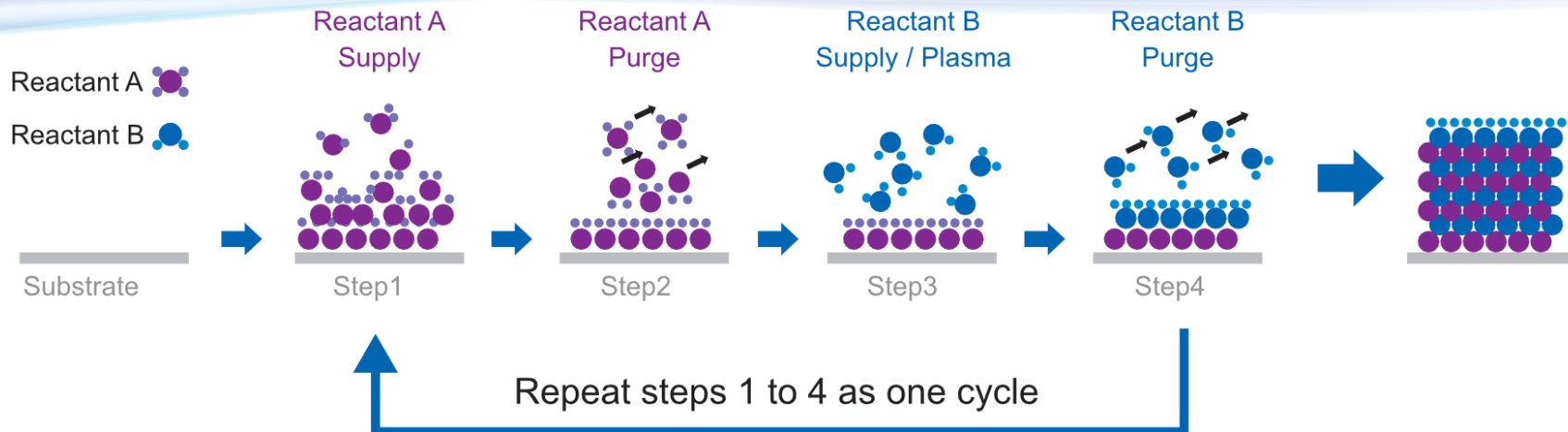
Plasma Enhanced ALDと比較すると、

- ・ より高アスペクトのサンプルへの成膜が可能
- ・ 基板へのダメージレスで成膜可能

■Plasma Enhanced ALD（熱ALDの特徴に加え）

1. 低温成膜（80°C（ AlO_x , SiO_2 ））
2. 窒化膜（ AlN 、 SiN ）及び金属膜が成膜可能
3. 熱ALDに比べて高速成膜（同じ温度の場合）

ALDの原理



	Step1	Step2	Step3	Step4
	有機金属材料 吸着	パージ	酸化/窒化 など	パージ
反応剤 A	反応剤 A 供給	N ₂ パージ + 真空排気	—	N ₂ パージ + 真空排気
反応剤 B	—		反応剤 B 供給/ プラズマ	

Step 1 ~ 4を1サイクルと呼び、サイクルの繰り返して原子層を1層ずつ成膜する。

ALD装置ラインナップ



新規開発

AD-800LP

- ICPプラズマ+熱
- ロードロック式
- 有機金属原料6系列

AL-1

- 熱
- オープンロード式
- 有機金属原料2系列
- グローブボックス対応



AD-800LPの特徴



■プラズマ生成に独自のトルネードICP方式を採用

- ◆誘導結合（ICP）と平行平板（CCP）を織りなした放電形式であるため、高圧力（～100 Pa）域で安定した放電が可能
- ◆反応室容積が小さく成膜時のパージタイムを短縮（Remote ICP方式との比較）
- ◆プラズマと試料の距離が近く、ラジカルが失活しにくい（Remote ICP方式との比較）

■独自のガス供給方式と反応室加熱によりパーティクルを抑制

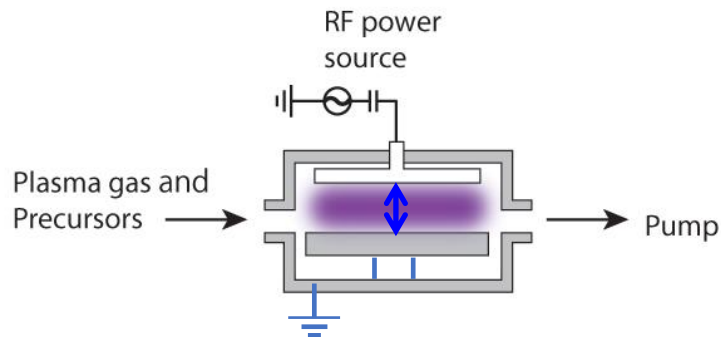
- ◆有機金属原料と反応剤のガスラインを分離しニカ所からガスを供給
- ◆ガス供給口から排気口までストレートに排気、ガスフローの拡散を防止
- ◆反応室200℃加熱と排気ラインの加熱により、コールドスポットをなく

■反応室を取り外して洗浄可能

- ◆反応室内壁（防着板の裏側）に付着した膜を洗浄
- ◆数年ごとに取り外しメンテナンスを行うことで長期の装置運用に効果的

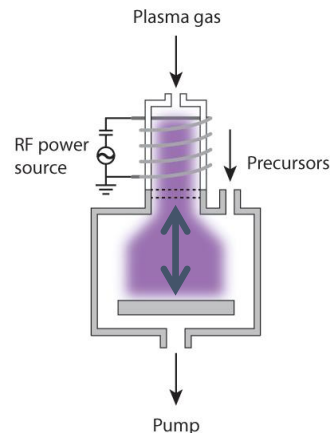
PEALDの主な電極構造

Directプラズマ (CCP)方式



- 反応室容積を最小化！
(プラズマ源と試料の間隔が狭い)
→ラジカルが失活せず、試料まで到達
- イオン衝撃に弱いサンプルの場合、
プロセスを工夫する必要有り

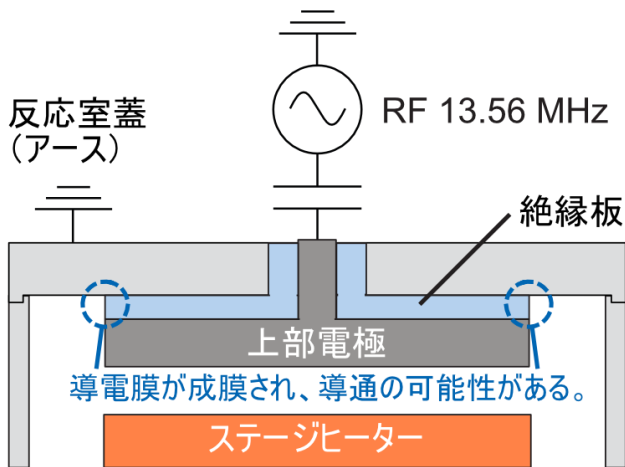
従来のRemote ICP方式



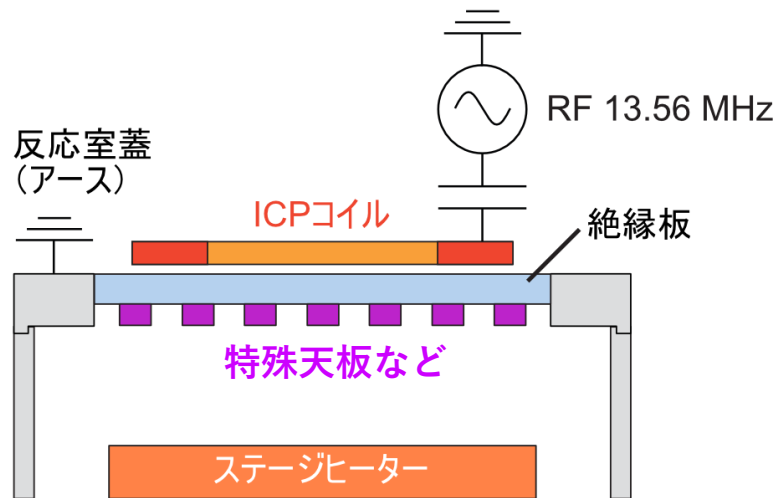
- プラズマ源と試料の間隔が広い
→ラジカルが失活し、試料まで到達しにくい
- イオン衝撃が軽減

AD-800LP反応室電極構造模式図

従来ALD装置のCCP電極構造



AD-800LPのトルネードICP電極構造



独自のトルネードICP方式の採用により、導電膜の成膜が可能

ALD成膜実績例

その他、NiO_x、Yf_x、
一部のメタル膜も成膜可能

有機金属原料の例

		反応剤2						
		酸化膜 (Oxide film)			窒化膜 (Nitride film)			
		Thermal		Plasma				
		H ₂ O	O ₃	O ₂		N ₂	NH ₃	
反応剤1	TMA等	AlO _x	◎	◎	◎	AlN	◎	◎
	TDMAT等	TiO ₂	◎	☆	◎	TiN	◎	◎
	BDEAS等	SiO ₂	-	◎	◎	SiN	◎	-
	TEMAHf等	HfO	◎	☆	◎	HfN	☆	-
	TEMAZr等	ZrO	◎	☆	◎	ZrN	-	-
	TDMASn等	SnO	◎	◎	☆	SnN	☆	-
	DEZ等	ZnO	◎	☆	☆	ZnN	-	-

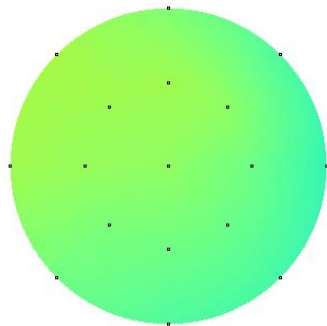
◎：サムコにて成膜実績あり。 ○：サムコの装置を使ったお客様による成膜実績あり。
 ☆：ALD成膜の文献あり（サムコとしても成膜可能と考えている）。 -：基本的にはALD成膜が難しい組み合わせ。。

基本プロセスデータ例

AIO_x均一性と膜厚制御性 (ø8インチ)

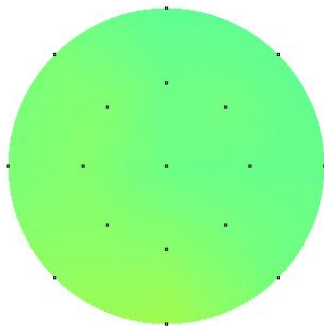
(三種類の酸化剤を用いた成膜)

TMA + O₂ Plasma



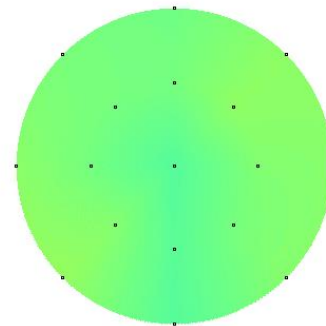
面内均一性: ±1.47%
サイクル回数: 300 cycle
平均膜厚: 30.60 nm
1サイクル膜厚: 約0.1 nm/cycle

TMA + H₂O



面内均一性: ±0.90%
サイクル回数: 300 cycle
平均膜厚: 27.97 nm
1サイクル膜厚: 約0.09 nm/cycle

TMA + O₃

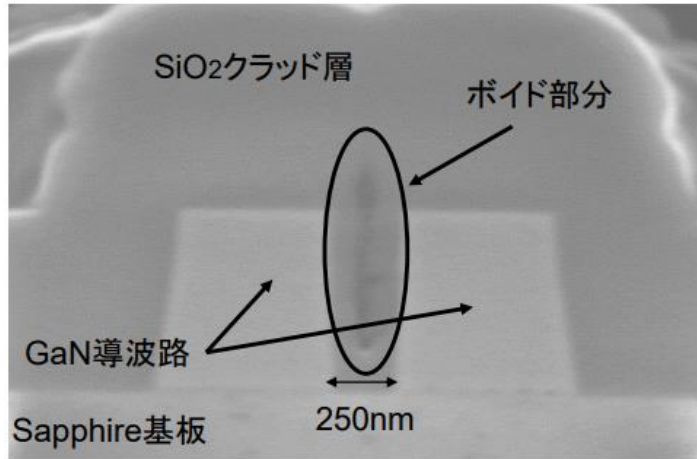


面内均一性: ±0.81%
サイクル回数: 500 cycle
平均膜厚: 40.61 nm
1サイクル膜厚: 約0.08 nm/cycle

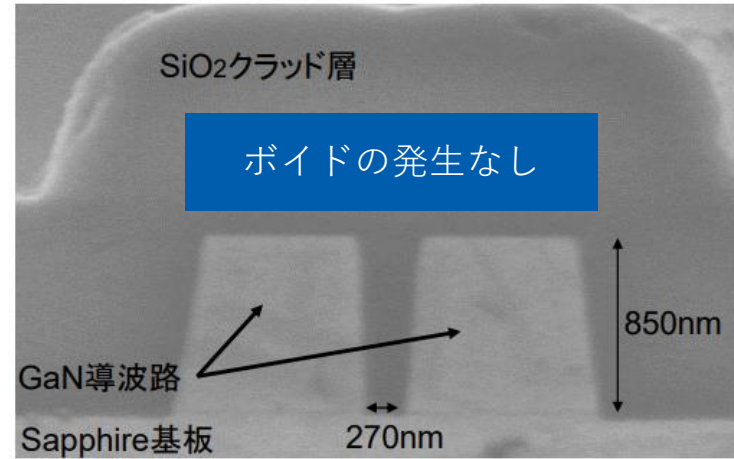
O₂ Plasma、H₂O、O₃いずれの酸化剤を用いた場合でも良好な均一性を実現

PEALD + PECVDを組み合わせたGaN導波路へのSiO₂埋め込み

PECVD 1 μm 成膜



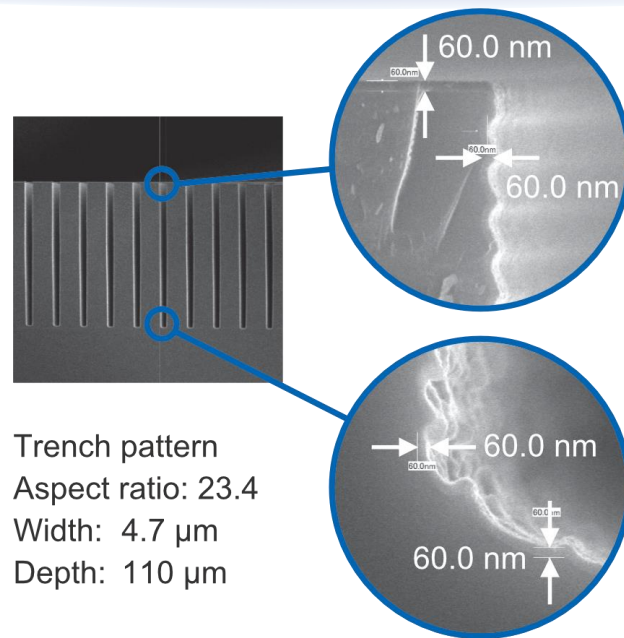
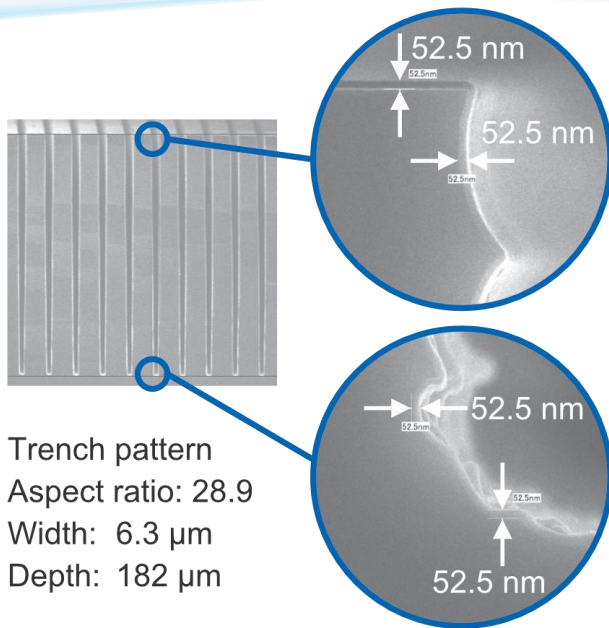
ALD 150 nm + PECVD 850 nm 成膜



大阪大学様ご提供

ALDとPECVDを組み合わせることで
アスペクト比3程度のトレンチをボイドなく埋め込むことができた

熱ALD-HfO₂とSnO₂のステップカバレッジ



アスペクト20以上のトレンチパターンの上部、下部で同じ膜厚の成膜が可能

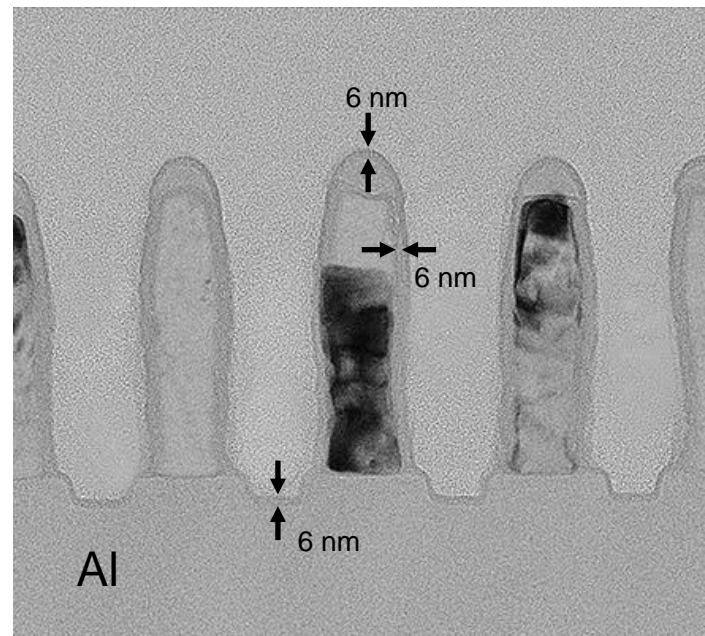
PEALD-SiN成膜 被覆性とナノレベルの膜厚制御

- ナノレベルの制御性
- コンフォーマル
- 耐酸化性

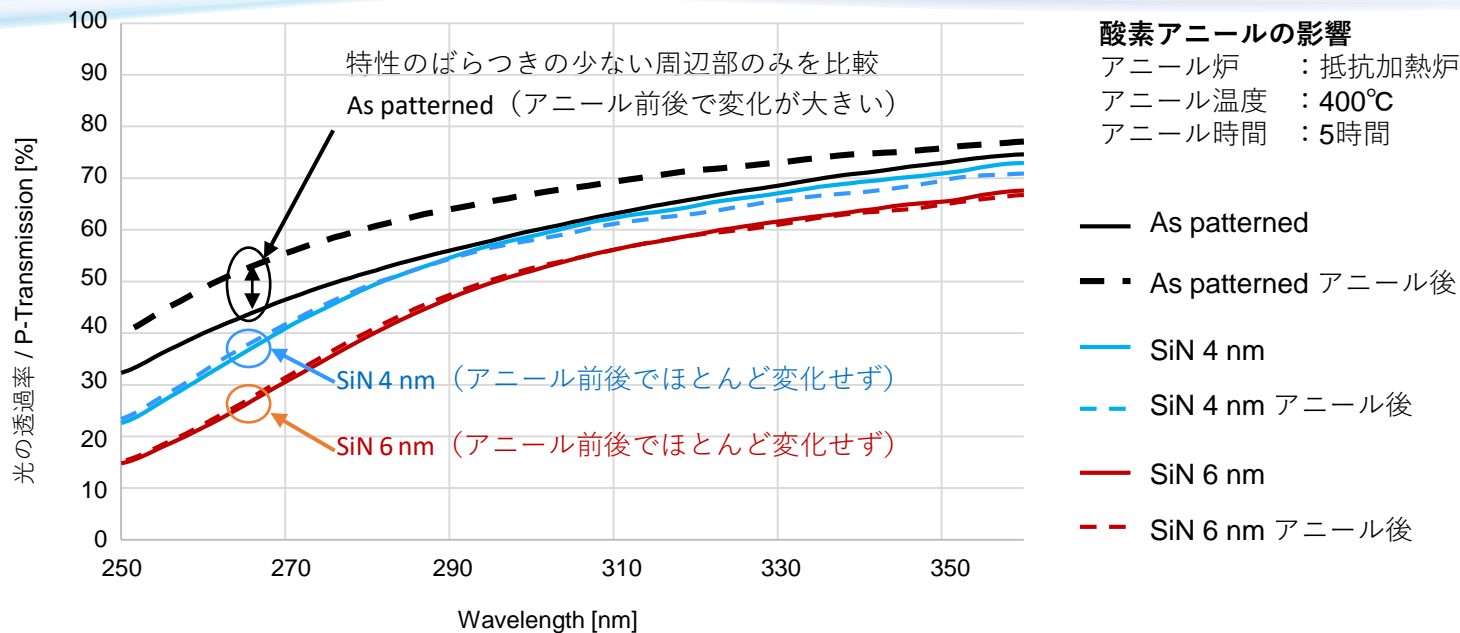
用途

- 液晶下地のワイヤグリッド偏光板への成膜 (Alの酸化を防ぐ)

膜厚6 nm のコンフォーマルな成膜



PEALD-SiN成膜 アニール後の光透過率比較



SiN成膜により、アニールによるAlの酸化を防ぎ、光透過率の変化を抑制