

サーマルALD量産プロセスの最適化

PICOSUN JAPAN 株式会社
佐藤 博



1. PICOSUN社会社概要

2. 量産アプリケーション例とプロセスの最適化

- ピエゾアクチュエーター保護膜としてのナノラミネート膜
- ナノラミネート膜応力の緩和
- PicoFlow™によるインクジェットヘッド/キャビティー保護膜
- PicoArmour™($\text{Al}_x\text{Y}_{2-x}\text{O}_3$)によるプラズマエッチング保護膜

3. 装置モデル

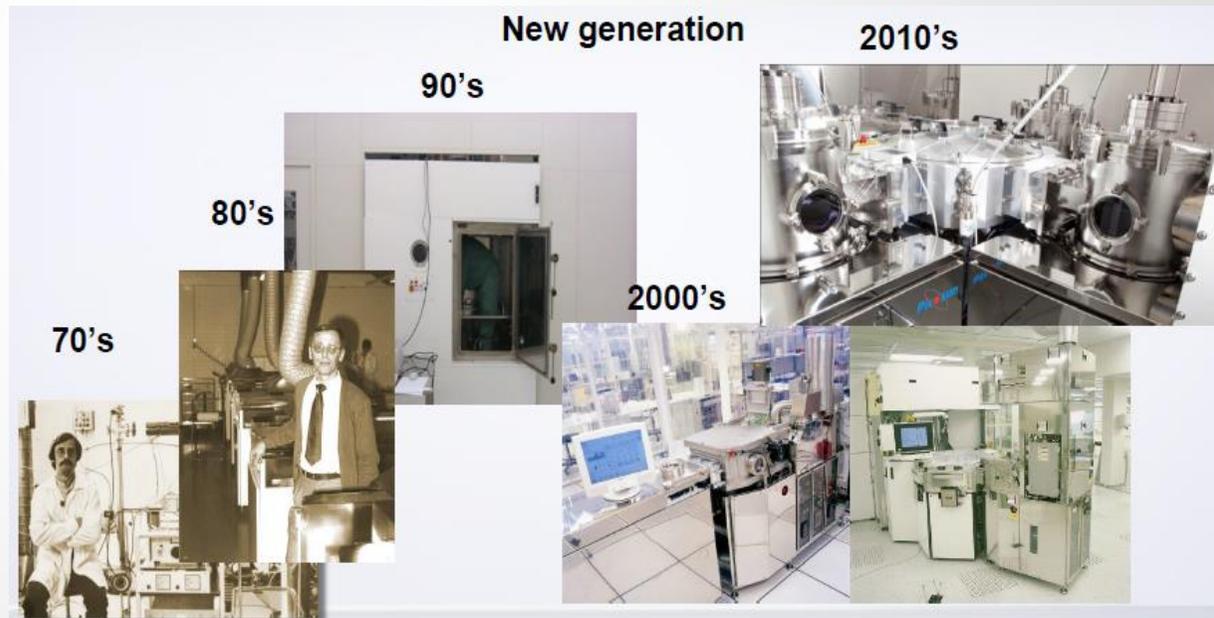
PICOSUN社会社概要

- ▶ 本社所在地：フィンランドEspoo、製造所フィンランドMasala
- ▶ Dr.Tuomo Suntola (ALDの発明者) がボードメンバー
- ▶ 設立：1997年
1974年から世界で初めてALDの技術開発に携わったメンバーがコアとなって設立された会社で、ALD装置の専門メーカーです。
- ▶ Picosun Japan株式会社：Picosun社100%出資の子会社



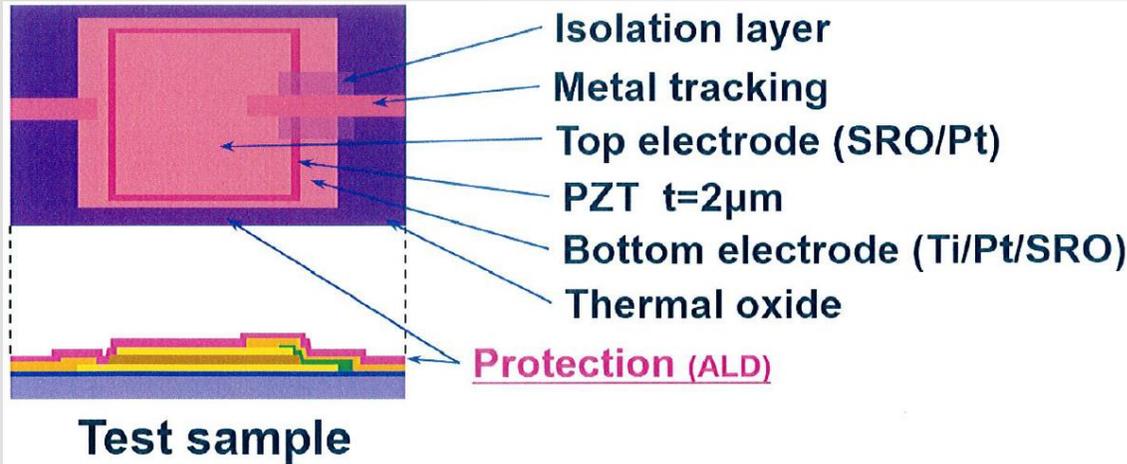
写真 Dr. Tuomo Suntola

2004年Semi Award受賞
2018年ミレニアム技術賞受賞



ALD装置開発の歴史

ピエゾアクチュエーター保護膜としてのナノラミネート膜



▶高湿度下でPZT膜が駆動すると絶縁破壊が発生=>保護膜(絶縁膜)が必用

	Without protection film	With 500nm PECVD TEOS	With 100nm ALD
45deg.C 95%RH DC40V	< 2 hr	< 122 hr	> 160 hr
60deg.C 95%RH DC30V	N/A	N/A	> 2013 hr

ナノラミネート膜応力の緩和

Based on stresses in SiO_2 and HfO_2 films it was expected that **laminates** of these two could result in 0-stress at **200°C**

At 200°C



SiO_2 - HfO_2
sequence

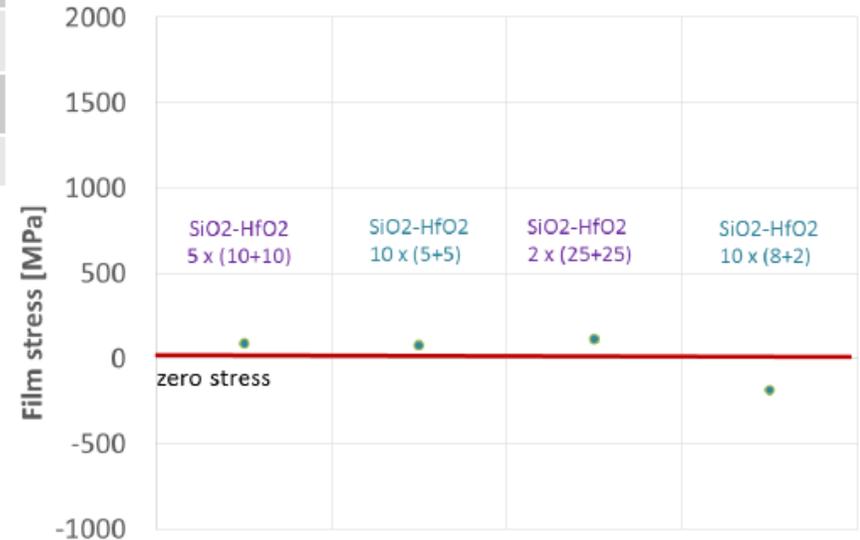
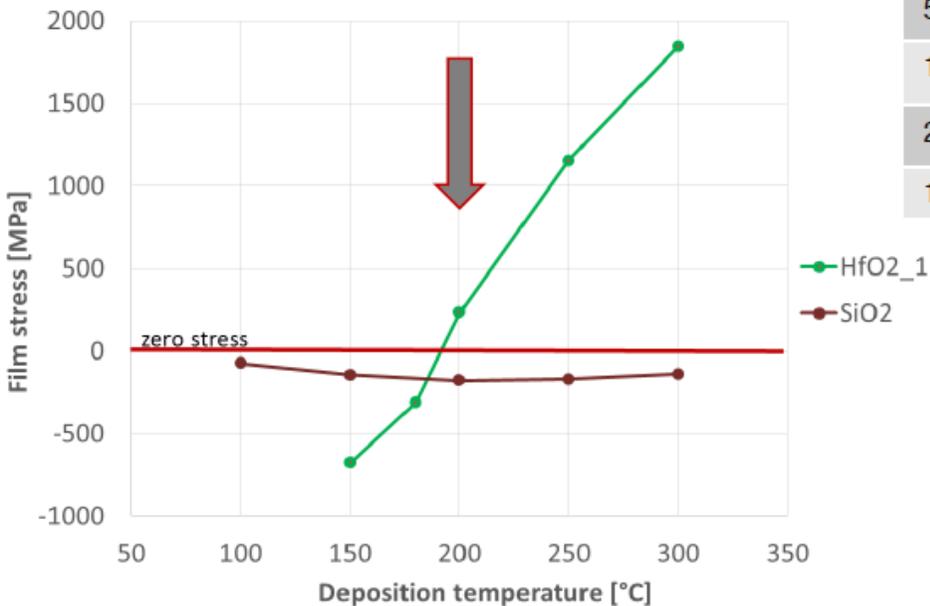
5 x (10nm+10nm)

10 x (5nm+5nm)

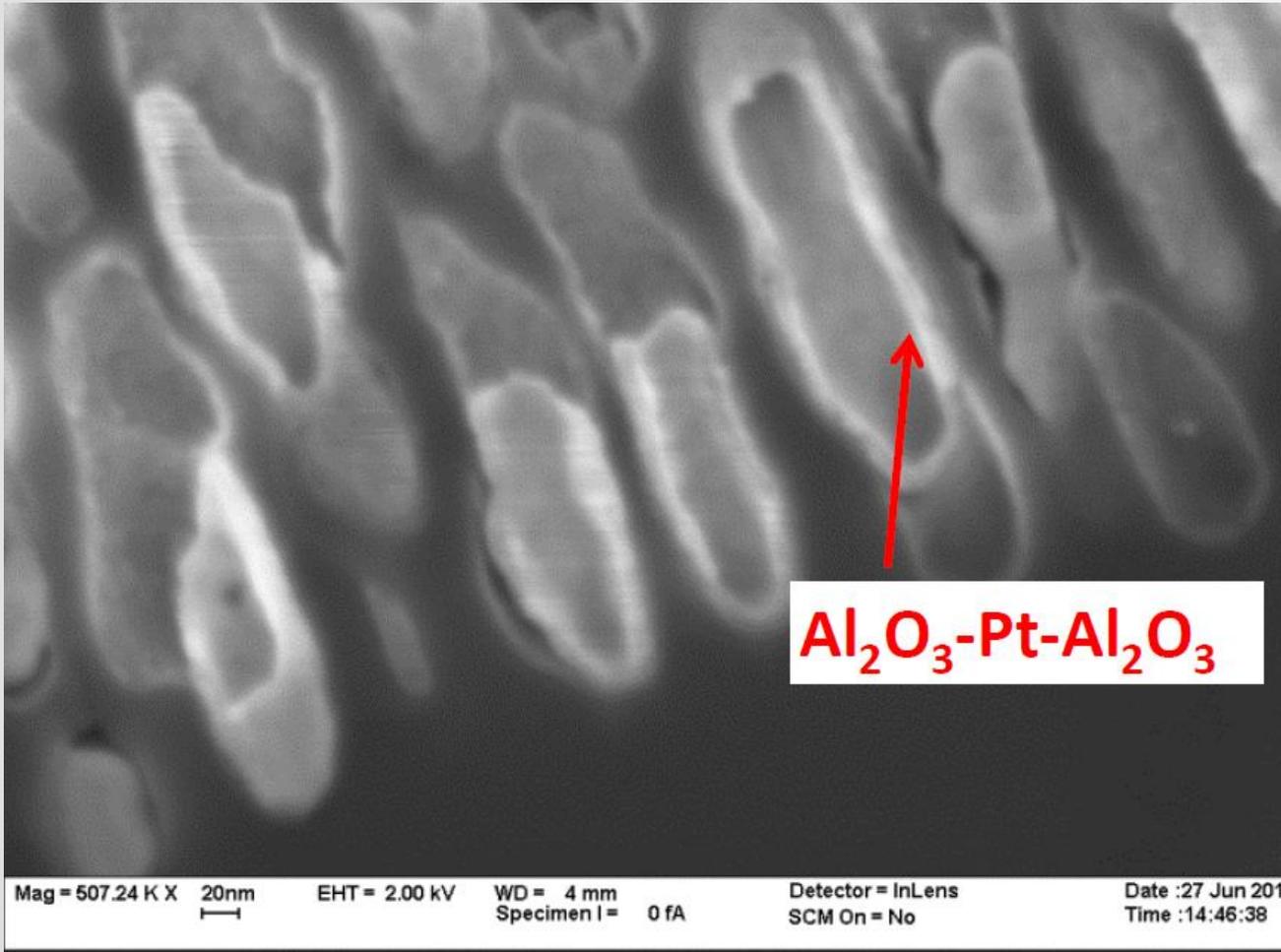
2 x (25nm+25nm)

10 x (8nm+2nm)

0-stress target reachable with proper sequence plan



PicoFlow™による成膜例

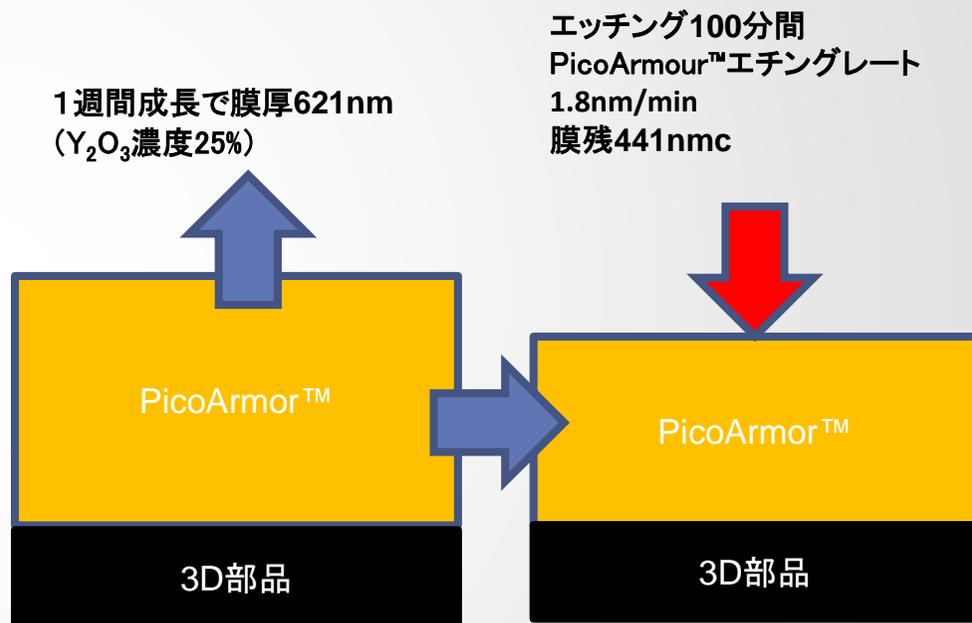
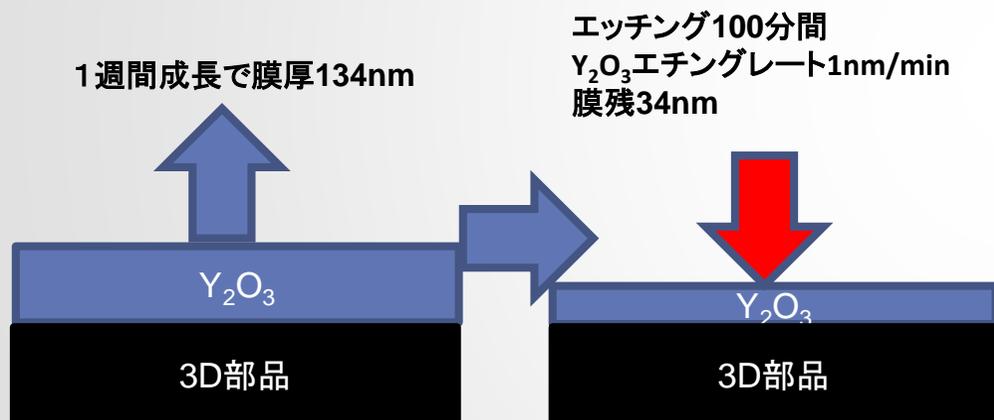


ナノチューブ内壁の成膜
アスペクト比 1:200

PicoArmour™ ($\text{Al}_x\text{Y}_{2-x}\text{O}_3$)によるプラズマエッチング保護膜

エッチングレート比較

- ▶ PicoArmour™ vs. Y_2O_3
- ▶ 装置モデルP-1000を使用
- ▶ 酸化剤: H_2O
- ▶ 膜成長1週間、エッチング100分



注: Y_2O_3 は成長率がリニアにならず、膜厚が厚くなるに従って成長率が極端に悪くなってきます。

R & D用クラスター装置



モデル: R200 advanced PEALD Picoplatform cluster

- ロボットクラスター
- 基板サイズ: 4", 6", 8"対応
- 酸化物、窒化物、メタルをそれぞれのチャンバで分けて成膜可能