

# 原子層堆積(ALD)法により作製したSiO<sub>2</sub>膜の評価

薄 謙志郎<sup>1,2</sup>・望月 敏光<sup>1</sup>・棚橋 克人<sup>1</sup>・高遠 秀尚<sup>1</sup>・山口 克彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター 太陽光チーム、<sup>2</sup>福島大学

## 研究の目的

- 結晶シリコン太陽電池の発電効率向上のため、表面再結合の抑制のために絶縁膜によるパッシベーション効果の研究が行われてきた。
- 特に、熱酸化法により成膜された酸化膜の研究結果は数多く存在しているが、シリコン酸化膜の成膜法の中でも、Atomic Layer Deposition (ALD)法により成膜された酸化膜の物性評価における研究が少ない。
- 本研究では、ALD法により成膜した酸化膜の物性評価を行い、従来法による酸化膜との性能比較を行った。

## 実験方法

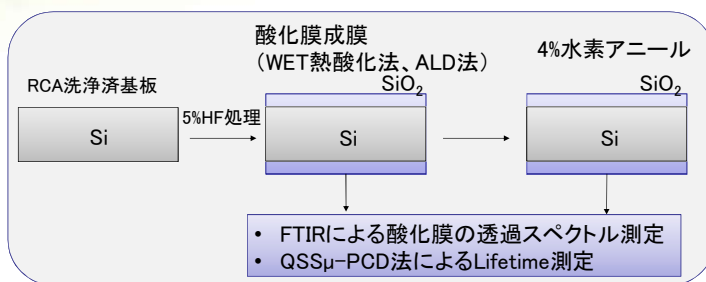


図1 本実験のフローチャート

- 図1に本実験のフローチャートを示す。
- 本実験では、単結晶シリコン基板の両面に、WET熱酸化法、ALD法の2種類の酸化膜を成膜し測定を行った。
- 表1に本実験にて使用した単結晶シリコン基板の物性パラメータについて示す。
- 表2に酸化膜の成膜条件について示す。表2中の酸化膜厚は、酸化膜の屈折率を1.46に固定してエリプソメータにより測定した。
- FTIR測定、Lifetime測定それぞれ、RCA洗浄後の酸化膜成膜処理を行っていない基板をリファレンスとして測定した。

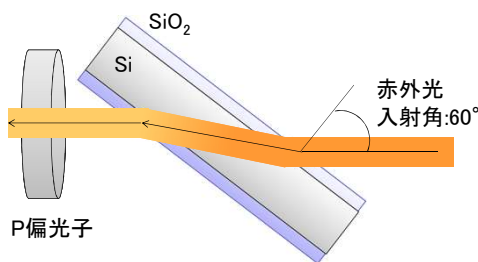


図2 FTIRによる透過法測定概要図

表1 使用した単結晶シリコン基板パラメータ

Type	Polished condition	Thickness [μm]	N <sub>A</sub> [cm <sup>-3</sup> ]	Resistivity [Ohm*cm]
CZ	P Mirror/Rapping	625	1.3E+15	10.0

表2 酸化膜成膜条件

SiO <sub>2</sub> Deposition method	Temp. [°C]	Time [min]	SiO <sub>2</sub> thickness (one side) [nm]	Temp. [°C]	Time [min]
ALD	300	60	5±0.1	→ 4% H <sub>2</sub> anneal	450 30
WET	800	30	12±0.1	→ 4% H <sub>2</sub> anneal	450 30

## FTIR測定結果・考察

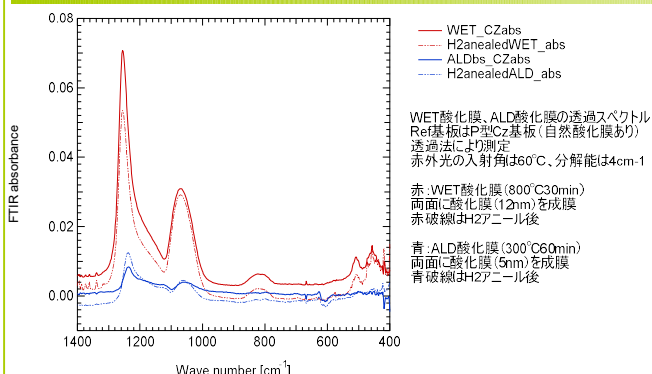


図3 WET酸化膜、ALD酸化膜の透過スペクトル比較

- 図3に示す酸化膜の透過スペクトルでは、酸化膜の振動モードのピークシフトが見られなかった。
- WET酸化膜とALD酸化膜では酸化膜の厚さが約2倍違いがあるが、ピークの大きさは膜厚差以上の違いが見られた。
- ALD法による成膜では、酸化膜の振動モードに対応する結晶構造が熱酸化と比べ少ないと考えられる。

## Lifetime測定結果・考察

表3 WET酸化膜、ALD酸化膜のLifetime測定結果比較

Deposition method	Average Lifetime [μs]
ALD	12
ALD H <sub>2</sub> anneal後	44
WET	39
WET H <sub>2</sub> anneal後	190
No treatment wafer	12

- 今回の測定結果からは、ALD酸化膜のパッシベーション効果が、従来の熱酸化膜よりも小さいことが見られた。
- 水素アニール未処理段階では、成膜前の値が変化しない結果が見られ、WET酸化法とALD法による酸化膜とシリコン基板との界面での結合状態の違いの影響が考えられる。

## 結論

- 今回の実験結果からは、従来法の代替案としてALD法により成膜した酸化膜を使用できるほどのパッシベーション効果は見られなかった。
- 測定結果からは、従来の酸化膜との結晶構造の違いによる影響が見られたため、ALD酸化膜の詳細な物性評価を行いたいと考えている。

## 参考文献

- [1] Vasyli Kuryliuk et al., "A model for predicting the thermal conductivity of SiO<sub>2</sub>-Ge nanoparticle composites", *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 17, 13429-13441, 2015.  
 [2] Sang M. Han et al., "Detection of combinative infrared absorption bands in thin silicon dioxide films", *Appl. Phys. Lett.*, 70, 3269-3271, 1997.