

反応性スパッタ法により室温堆積した YSZ 膜結晶性へのスパッタ圧力の影響

Influence of Sputtering Pressure on Crystalline Property of YSZ Thin Films Deposited at Room-temperature by Reactive Sputtering

北陸先端大、^o周景堯、堀田 将

JAIST, Jingyao ZHOU, Susumu Horita

E-mail: zhoujingyao@jaist.ac.jp

【はじめに】省エネルギー化、環境に優しいセルロースナノペーパー（CNP）上の多結晶 Si-TFT の作製には、CNP が劣化しない 150℃以下の低温作製が必要である。我々は今まで、低温作製で良質な Si 薄膜を得るために、CNP と同様に結晶情報を持たないガラス基板上に、Si の低温結晶化誘発層として YSZ (Yttria-Stabilized Zirconia : (ZrO₂)_{1-x}(Y₂O₃)_x)薄膜を室温にて反応性スパッタ法により堆積し、その結晶性の向上を、プレスパッタ¹⁾、Ar 流量²⁾、R_Y=Y/(Zr+Y)の 0.16~0.19 と 0.22~0.25 の 2 組成比領域³⁾⁴⁾に対して検討してきた。今回、6 mTorr のスパッタ圧力 p を 5 mTorr に変え、YSZ 薄膜結晶性への p の影響について検討したところ、p の減少が結晶性の向上をもたらしたので、その結果について考察し、報告する。

【実験】YSZ 薄膜の堆積は、化学洗浄したガラス基板上に Zr+Y 金属ターゲットと Ar+O₂ ガスによる反応性マグネトロンスパッタ法により行った。3 分間のプレスパッタ後、基板—ターゲット間距離 5.7 cm、圧力 p = 6, 5 mTorr、電力 100 W、Ar 流量 19.3 sccm を固定条件とし、O₂ 流量 F_{O2} を 0.75~1.6 sccm と変化させ、10 分間の堆積を行った。YSZ 薄膜の結晶性度合 I_N は、XRD 測定による YSZ (111)ピークの積分強度 ΣI_s を基板からの平均信号強度 I_B（バックグラウンドノイズ）と膜厚 d により規格化した $\Sigma I_s / (I_B d)$ を用いた。

【結果と考察】図 1 から、圧力 p = 6 mTorr の場合、R_Y を 0.16~0.19 (青)から 0.22~0.25 (緑)に増加させても I_N が殆ど変わらないが、圧力を 5 mTorr に減少させると、R_Y = 0.22~0.25 では、I_N が向上していることがわかる。表 1 に、F_{O2} = 1.0sccm でのスパッタ条件と各測定結果の値を示す。ここで、p₀ と Δp₀ はそれぞれスパッタ中の総酸素分圧と酸素消費分圧であり、p₀ - Δp₀ はスパッタ中の反応しない酸素分圧で、それと放電電圧 V_D との積、V_D(p₀ - Δp₀)は酸素イオンによる基板表面への衝撃目安を表す。また、この衝撃は、表 1 に示すように室温付近の堆積前ホルダー温度を、堆積直後には 50℃以上に上昇させている一因と考えている。我々の以前の研究から⁵⁾、R_Y の増加は I_N の向上をもたらすことが分っているが、p = 6 mTorr の場合、本来、低結晶性の低 R_Y の方は、V_D(p₀ - Δp₀)が大きいため基板表面が加熱され、堆積粒子のマイグレーションが促進されて、高 R_Y と同等な I_N を与えたものと考えている。一方、p = 5 mTorr の低圧の場合は、R_Y = 0.22~0.25 と高組成比に加え、やや大きい V_D(p₀ - Δp₀)による加熱効果のため、その I_N は p = 6 mTorr のものと比べて約 25%向上した。

【おわりに】イオン衝撃の目安である V_D(p₀ - Δp₀)は高すぎると膜に損傷を与えるが、適切に制御すれば I_N の向上をもたらす。当日の講演では、高 R_Y を維持したまま p の調整により V_D(p₀ - Δp₀)を制御し、I_N の向上を目指した結果について報告する予定である。

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費 JP21K04649 の助成を受けた。

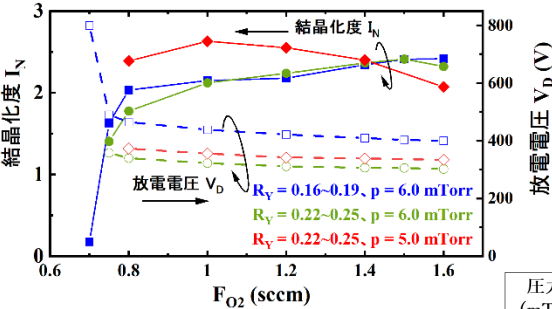


図 1 各スパッタ条件における結晶性度合 I_N、放電電圧 V_D の酸素流量依存性

参考文献：

- 1) J. Patidar and S. Horita, JASP 80th Autumn, 2019, 21a-C301-7.
- 2) J. Patidar and S. Horita, JASP 67th Spring, 2020, 15a-PB1-1.
- 3) J. Patidar and S. Horita, JASP 81th Autumn, 2020, 10a-Z05-10.
- 4) J. ZHOU and S. Horita, JASP 82th Autumn, 2020, 22a-P04-12.
- 5) J. Patidar and S. Horita, Proc.AM-FPD, 2020, p.85

表 1 F_{O2} = 1.0sccm における各スパッタ条件での測定値と計算値

圧力 p (mTorr)	組成比 R _Y	結晶性 I _N × 10 ⁻³	電圧 V _D (V)	P ₀ ΔP (mTorr)		v _D (p ₀ - Δp ₀)	ホルダー温度
				P ₀	ΔP		
6	0.16~0.19	2.15	439	0.28	0.09	83.4	~70℃
	0.22~0.25	2.12	323	0.28	0.10	54.9	~50℃
5	0.22~0.25	2.63	356	0.24	0.06	64.1	~60℃