

Title	スパッタ法により形成したHf-Zr-O薄膜の強誘電性の安定性とデバイス応用に関する研究
Author(s)	原, 佑樹
Citation	
Issue Date	2022-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/17686">http://hdl.handle.net/10119/17686</a>
Rights	
Description	Supervisor:徳光 永輔, 先端科学技術研究科, 修士(マテリアルサイエンス)

## スパッタ法により形成した Hf-Zr-O 薄膜の強誘電性の安定性とデバイス応用に関する研究

原 佑樹 (徳光研究室)

### 【背景】

近年注目を集めている酸化ハフニウム(HfO<sub>2</sub>)系強誘電体材料は、10 nm 未満の極薄膜でも強誘電性を示し[1,2]、また大きなバンドギャップを持つことからリーク電流を抑制でき、CMOS プロセスとの整合性にも優れている。しかし HfO<sub>2</sub> 系材料で強誘電性を発現させるためには、準安定相である直方晶を安定化する必要がある[1]。本研究はスパッタ法により成膜した HZO 膜の強誘電性の安定化を実現し、デバイス応用についても検討した。

### 【実験方法】

#### HZO 薄膜の作製

試料は高濃度 Si ウェハをフッ酸洗浄したのち、スパッタ法を用いて下部電極の TaN 膜と HZO 膜を 10 nm 堆積した。その後 HZO 膜の結晶化のために減圧雰囲気(1 Pa~1 atm)で 600 °C、3 分のアニール処理を行った。上部電極は、スパッタ法を用いて Pt を 100 nm(直径 200, 300 μm)堆積させた後、電気的特性を評価して強誘電性を確認した。

#### 評価手法

分極-電界 (P-E) 特性は強誘電体評価システムにより 1 kHz の三角波を用いて測定した。薄膜の結晶化度は X 線回折を用いて  $\theta$ -2 $\theta$  測定を 27° ~38° の範囲で行った。

### 【結果および考察】

図 1 に 1 atm, 1000 Pa, 100 Pa, 10 Pa, 1 Pa で結晶化アニールを行ったスパッタ HZO 膜の P-E 測定の結果を示す。100 Pa で結晶化した HZO 薄膜では最も優れた角型性の良い P-E ヒステリシスを得ることができた。図 2 に HZO 薄膜の XRD 結果を示す。100 Pa で結晶化した HZO 薄膜では 30.5° に現れるピークがわずかに低角側にシフトしていることから、正方晶相 (T 相) に比べ、強誘電性を示す直方晶相 (O 相) が支配的と考えられる。また再アニールに対する強誘電性の安定性も 100 Pa で結晶化した HZO が最もよかった。

### 【結論】

スパッタ法で成膜された HZO 膜を減圧雰囲気で結晶化し、結晶化アニール時の圧力が、電気的特性、結晶相に与える影響を調べた。100 Pa 以下で結晶化した HZO 薄膜では優れた強誘電性を有しており、結晶化時に酸素を除去することが重要であることが明らかとなった。

### 【参考文献】

- [1] T.S. Böscke et al., Appl. Phys. Lett. 99 102903 (2011)  
 [2] J. Müller et al., Nano Lett. 12, 4318 (2012)

【キーワード】 強誘電体、HZO、スパッタ法、薄膜

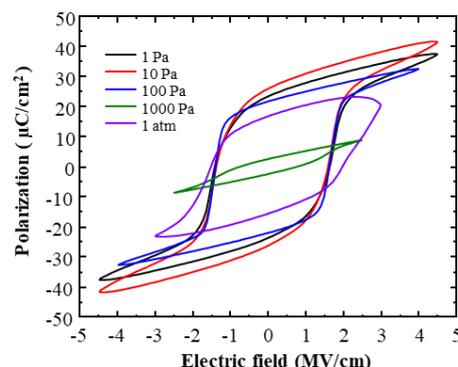


図 1. HZO 薄膜の P-E 測定結果

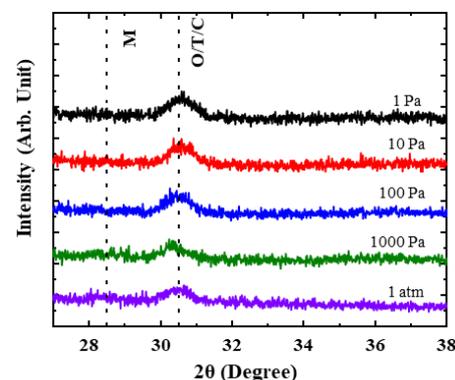


図 2. HZO 薄膜の XRD 測定結果