TiN メタル中の不純物酸素が強誘電体 Hf0.5Zr0.5O2 生成へ与える影響

Influence of Impurity Oxygen in Metal TiN on Formation of Ferroelectric Hf0.5Zr0.5O2

^O太田 裕之¹、右田 真司¹、黒澤 悦男¹、鳥海 明²(1. 産総研、2. 東大院工)

°H. Ota¹, S. Migita¹, E. Kurosawa¹, and A. Toriumi² (1. AIST, 2. The Univ. of Tokyo)

E-mail: hi-ota@aist.go.jp

【はじめに】近年、強誘電体の負性容量[1]や 強誘電体あるいは一部高誘電体における誘電 率の電界に対する非線形な振る舞い[2]が、極 低消費電力トランジスタ用途の急峻サブスレ ショルドトランジスタのゲート絶縁膜として 注目されている[3]。特に、HfO₂に代表される Hf 系酸化物は、最先端トランジスタのゲート 絶縁膜として使用される一方、結晶構造を直方 晶(Pca2₁, No. 29)に制御することにより強誘 電性を示すことが報告されており[4,5]、CMOS プロセスとの適合性良く、注目を集めている。

Hf 系酸化物の強誘電性実現にあたっては、 TiN メタルが比較的よく用いられている。TiN 電極が Hf 系酸化物の強誘電性に与える影響と して、TiN メタルからのメカニカルストレイン の誘起[6]、Hf 系酸化物によるメタル表面酸化 の影響等が指摘されているものの[7,8]、まだ十 分明らかではない。

そこで本研究では TiN メタル中の不純物 酸素が(Hf_{0.5},Zr_{0.5})O₂ (HfZrO)強誘電体発現性に 与える影響を検討したので報告する。

【実験】無酸素 TiN メタル及び酸素を含有させた TiN(O)はDC スパッタリング法により n^{++} -Si (100)基板(抵抗率 5 m Ω cm 上に堆積した。成膜した TiN、TiN(O)の組成(ラザフォード後方散乱分光法による)と抵抗率を Table I に示す。 メタル成膜後、HfO₂, ZrO₂をターゲットとしてHfZrO を RF スパッタリング法により約11 nm 堆積した。その後、もう一度 TiN, TiN(O)を堆積後、600℃でアニール(PMA)処理を行い、 【結果と考察】 Fig. 1 (a), (b)に TiN/HfZrO/TiN 及び TiN(O)/HfZrO/TiN(O) MIM キャパシタの CV 特性を示す。TiN/HfZrO/TiN については、 初期特性として明瞭な強誘電性を示さないも のの、所謂 wake-up パルス[7-9]を与えることに より、強誘電体に特徴的なダブルピーク型のヒ ステレシス曲線を示した。その一方、酸素含有 型の TiN(O)/HfZrO/TiN(O) MIM キャパシタで は初期特性は勿論、wake-up パルスを与えても 明瞭な強誘電特性を全く示さないことが分か った。

HfZrO の結晶化を行った。

このことは、HfZrO の強誘電特性が、PMA 結晶化熱処理中の TiN メタルと HfZrO との間 の酸素拡散の影響を受けている可能性を示し ていると思われる。

【謝辞】本研究は、JST、CREST の支援を受け たものである。

【参考文献】[1] S. Salahuddin and S. Datta, Nano Letters, **8** (2008) 405. [2] T. Kawakubo *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **37**, 5208 (1998). [3] H. Ota *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 04ED02 (2016). [4] J. Muller *et al.*, J. Appl. Phys. **110**, 114113 (2011). [5] R. Materlik *et al.*, J. Appl. Phys. **117**, 134109 (2015). [6] T. S. Böscke *et al.*, Appl. Phys. Lett. **99**, 112904 (2011). [7] M. Hoffmann *et al.*, J. Appl. Phys. **118**, 072006 (2015). [8] P. D. Lomenzo *et al.*, J. Appl. Phys. **117**, 134105 (2015). [9] U. Schroeder *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **53**, 08LE02 (2014).

Table IComposition andResistivity for TiN and TiN(O).

Metal	N/Ti	O/Ti	Resistivity (mΩcm)	
TiN	1.0	0.0	0.14	Τ
TiN(O)	0.95	0.5	2.89	



Fig. 1 Evolution of the capacitance vs. the electric field for a TiN/HfZrO (10.8 nm)/TiN capacitor (a) and a TiN(O)/HfZrO (10.8 nm)/TiN (O) capacitor (b). The inset numbers indicate the total accumulated cyclic pulses.