19a-PB2-9

単一 $Ti_{0.87}O_2^{0.52-}$ナノシートの絶縁・誘電特性

Insulating and dielectric properties of individual $Ti_{0.87}O_2^{0.52-}$ nanosheets

物材機構 [1]，東大 [2], JST-CREST [3]，KAST[4]

○小川 大輔 [1,2,3]，赤塚 公章 [1,3]，福村 知昭 [2,3]，長田 実 [1,3]，佐々木 高義 [1,3]，長谷川 哲也 [2,3,4]

NIMS [1], Univ. Tokyo [2], JST-CREST [3], KAST [4]

○Daisuke Ogawa[1,2,3], Kosho Akatsuka[1,3], Tomoteru Fukumura[2,3], Minoru Osada[1,3], Takayoshi Sasaki[1,3], Tetsuya Hasegawa[2,3,4]

E-mail: ogawa.daisuke@nims.go.jp

物質合成では到達が困難な新物性や機能を引き出す手法として，高電界効果が近年さかんに研究されている．高電界を印加するには極薄領域まで高い比誘電率を保持するゲート絶縁体が有用であるが，一般には絶縁破壊や，サイズ効果による比誘電率の低下が生じてしまう．層状遷移金属酸化物の $K_{0.8}Ti_{1.73}Li_{0.27}O_4$ をソフト化学反応により単層剥離すると，厚さ約 1 nm の $Ti_{0.87}O_2^{0.52-}$ナノシートが得られる．このナノシートの稠密多層膜は，膜厚 10-20 nm 程度で 100 を超える比誘電率と，印可電圧 1 V で 10^{-7} A/cm^2 以下の低リーク電流密度とを示し，容量膜として極めて優れた性能を示す．[1] もし，$Ti_{0.87}O_2^{0.52-}$ナノシート 1 枚のみをゲート絶縁膜に用いることができれば，分子レベルの薄さをもち，かつシート間の粒界から成るリーク電流パスも無い，究極のゲート絶縁膜となる可能性がある．そこで，単一 $Ti_{0.87}O_2^{0.52-}$ナノシートの絶縁・誘電特性を評価した．[2]

金コートカンチレバー / 単一 $Ti_{0.87}O_2^{0.52-}$ナノシート / $SrRuO_3$ (100)薄膜の 3 層構造の導電性 AFM 測定により、単一 $Ti_{0.87}O_2^{0.52-}$ナノシートの絶縁性を確認した。絶縁・誘電特性の定量的評価は、単一 $Ti_{0.87}O_2^{0.52-}$ナノシートを容量膜とする平行平板キャパシター（**Figure 1**）を試作して行った。電子線リソグラフィと Cr, Au の電子線蒸着で，1 枚のナノシートより小さな下部電極を作製した．次に，$Ti_{0.87}O_2^{0.52-}$ナノシートの分散液を下部電極上に滴下し，ナノシート単層膜を堆積した．そして，下部電極と同形状の上部電極を形成してキャパシター構造とした．1 枚の $Ti_{0.87}O_2^{0.52-}$ナノシートを絶縁層とするキャパシターは，2.3 V（約 20 MV/cm に相当）以下の印加電圧で多層膜と同等の 10^{-7} A/cm^2 以下のリーク電流密度を示した．そして容量特性測定においても多層膜と同様にフラットな分散を示した．求めた比誘電率は多層膜の 2–4 %程度と小さかった．

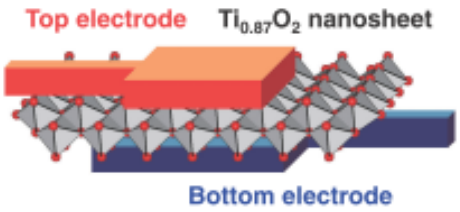

Figure 1 Schematic diagram of fabricated microcapacitor with the individual $Ti_{0.87}O_2^{0.52-}$ nanosheet as the insulator.

参考文献

[1] M. Osada *et al.*, *Adv. Mater.* **18**, 1023 (2006).

[2] D. Ogawa *et al.*, *Chem. Lett.* **43**, 307 (2014).

© 2014 年　応用物理学会