

# ナノワイヤキャパシタ形成技術の開発

～髪の毛の1万分の1の太さの高機能回路素子を作る～

工学研究科 電子情報工学専攻

○准教授 <sup>ふじさわ</sup>藤沢 <sup>ひろのり</sup>浩訓、M1 <sup>たけうち</sup>竹内 <sup>ようへい</sup>洋平，教授 <sup>しみず</sup>清水 <sup>まさる</sup>勝

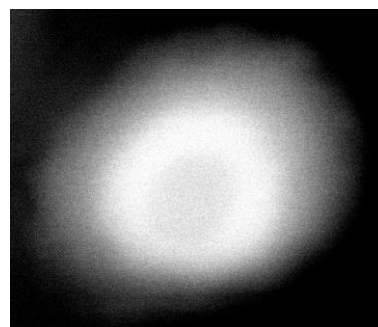
キーワード

ナノワイヤ，キャパシタ，酸化物，強誘電体

## 研究概要

現在、様々な電子機器に用いられる集積回路(IC)の内部には、膨大な数のトランジスタやダイオード、抵抗、キャパシタなどの回路素子が詰め込まれている。これを可能にしたのは、一つ一つの回路素子を小さく作る技術（微細加工技術）である。最先端の微細加工技術では、例えば、DNA（直径約 2nm、髪の毛の約 10 万分の 1）とほぼ同じサイズのトランジスタを作ることが可能である。しかしながら、このような大きなものから小さな回路素子を作り出すトップダウン法では、大がかりな加工装置と膨大なエネルギーを必要とする。一方、生物のように、物質が何らかのルールに則って整然と構造を形成する自己組織化あるいは自己集合化のようなボトムアップ法では、大がかりな装置を必要とせず、少ないエネルギーで微細な構造を形成することができる。我々は今後は集積回路の製造においても、トップダウン法にボトムアップ法をうまく取り入れた製造技術が必要不可欠になると考え、ボトムアップ法にもとづく微細回路素子の形成技術の開発を進めてきた。

現在、主に直径 100-300 nm、長さ 10  $\mu\text{m}$  程度のナノワイヤ状のキャパシタ（蓄電素子）の形成技術の開発を進めている。図はその一例であり、酸化亜鉛(ZnO)ナノワイヤを中心電極として、その周囲を絶縁層となる酸化ハフニウム/ジルコニウム ( $(\text{Hf,Zr})\text{O}_2$ ) で被覆し、さらに外周電極として酸化亜鉛を積層した三層構造のナノワイヤキャパシタの断面の電子顕微鏡写真である。直径 150 nm という細さにもかかわらず、三層構造が明瞭に観察され、キャパシタとしての構造を有することがわかる。



直径 150 nm のナノワイヤ断面の電子顕微鏡写真。三重の同心円状の中心と外側の暗い領域は酸化亜鉛、中間の明るい領域は酸化ハフニウム/ジルコニウムに対応する（発表論文 1）。

## アピールポイント

このようなボトムアップ法に基づいて複合ナノワイヤを形成できるのは、国内外を含めて我々のグループのみであり、今後、高集積メモリデバイスや圧電振動発電素子などへの応用展開が期待できる。これらのナノワイヤの直径は髪の毛の 1 万分の 1～千分の 1 と非常に細く、例えば、1 mm 四方に 1 兆本並べることができる。発表論文 1: Jpn. J. Appl. Phys. 55, 02BC08 (2016).