VO_2/MoS_2 界面におけるフェルミレベルピンニング

Fermi level pinning at the VO_2/MoS_2 interface

○山本真人[1]、野内亮[2,3]、神吉輝夫[1]、中払周[4]、服部梓[1]、谷口尚[4]、渡邊賢司[4]、若山裕[4]、上野啓司[5]、田中秀和[1]

1. 阪大産研、2. 阪府大工、3. JST さきがけ、 4. 物材機構、5. 埼玉大院理工

○M. Yamamoto[1], R. Nouchi[2,3], T. Kanki[1], S. Nakaharai[4], A. N. Hattori[1], T. Taniguchi[4], K. Watanabe[4], Y. Wakayama[4], K. Ueno[5], H. Tanaka[1]

(1. Osaka Univ., 2. Osaka Pref. Univ., 3. JST PRESTO, 4. NIMS, 5. Saitama Univ.)

E-mail: mahito.yamamoto@sanken.osaka-u.ac.jp

最近、二次元層状物質デバイスの電極として遷移金属酸化物が注目を集めている。我々はこれまでに、二次元半導体トランジスタのドレイン電極として 340 K 近傍で巨大かつ急峻な抵抗変化を伴う金属―絶縁体相転移を示す VO_2 を用いることで、VO_2 の相転移に由来する急峻なオン・オフスイッチを実現している[1]。しかし、トランジスタの性能向上に必要不可欠な VO_2 と二次元半導体との接合特性に関する知見はまだ十分ではない。そこで本研究では、ソース・ドレイン電極ともに VO_2 を用いた MoS_2 トランジスタを作製し、その接合特性を詳細に調べたので報告する。

VO_2 電極は、薄膜を Al_2O_3(0001)基板上にパルスレーザー堆積法で厚さ 50 nm ほど成長させた後、フォトリソグラフィと反応性イオンエッチングを用いて作製した。その後、膜厚 5 nm ほどの多層 MoS_2 を VO_2 電極上にドライ転写した。ゲート絶縁体としては六方晶窒化ホウ素を用いた。Fig. 1 に示すように VO_2 を電極に持つ MoS_2 トランジスタは、VO_2 の相状態に関わらず n 型動作することが分かった。また、300 K から 400 K まで温度を上昇させると VO_2 の抵抗値は相転移に伴い 3 桁ほど減少する一方で(Fig. 1b の挿入図参照)、VO_2 を電極に持つ MoS_2 トランジスタのオン電流は 5 倍ほどしか増加しなかった。これは、ドレイン電流が VO_2 と MoS_2 との接触抵抗に律速されていることを意味している。実際に、VO_2 と MoS_2 との界面にはおよそ 200 meV ほどの障壁が形成されていることが分かった。この値は、VO_2/MoS_2 界面においてはフェルミ準位が MoS_2 の伝導帯付近にピンニングされていることを示唆するものである。したがって、VO_2 を電極に持つ MoS_2 トランジスタにおいて高性能動作を実現させるためには、従来の金属電極を用いたトランジスタと同様に適切なコンタクトエンジニアリングを行う必要があることが分かった。

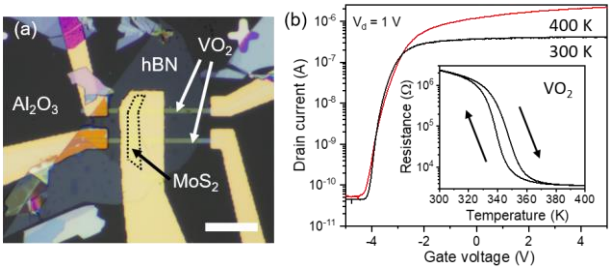

Fig. 1(a) Optical image of a VO_2-contacted MoS_2 transistor. The scale bar is 20 μm. (b) Transfer characteristics of the transistor at 300 and 400 K. The inset shows the resistance-temperature characteristics of VO_2.

[1] Yamamoto *et al.*, ACS Appl. Mater. Interfaces, 2019, 11, 3224-3230

© 2019年 応用物理学会