SAM ゲート絶縁膜を用いた MoS_2 FET のセンサ応用

Sensor application of MoS_2 FETs using SAM gate dielectrics.

龍谷大理工, ○小倉 匡樹, 番 貴彦, 山本 伸一
Ryukoku Univ., °M. Ogura, T. Ban, S.-I. Yamamoto
E-mail : shin@rins.ryukoku.ac.jp

はじめに

層状物質である二硫化モリブデン(MoS_2)は表面積対体積の比が非常に高いため、測定対象への敏感な反応が必要なセンサ材料としての応用が期待される。しかしながら、MoS_2 FET の作製に際し、層状物質を薬品等を用いて転写する方法では、ダメージや汚染が発生する。本研究では、その解決策として物理的吸接着による転写が可能なポリジメチルシロキサン(PDMS)を利用した。また、MoS_2 の転写は素子作製の最終段階が望ましいため、自己組織化単分子膜(Self-Assembled Monolayer: SAM)を用いたナノギャップ電極を素子構造に採用した。

実験方法

作製した FET の素子構造を Fig.1 (a)に示す。SiO_2 付き Si 基板に、フォトリソグラフィおよび Al の蒸着を行い、ゲート電極を形成した。次に、UV オゾンにより Al 酸化膜を形成、オクタデシルホスホン酸を溶かしたアニソールに基板を 30 分浸漬し SAM を形成した。続いて基板全面に Ni、Au を蒸着後、PDMS シートによってゲート電極上の Au/Ni を 10 mm/s の速さで剥離し、ソース/ドレイン電極を形成した。その後、PDMS 転写法による MoS_2 の転写を行った。MoS_2 を転写した PDMS を基板上に張り付け、1 μm/s の速さで剥離することで、MoS_2 薄片を PDMS から基板上に選択的に転写した。

実験結果

光学顕微鏡像(Fig. 1(b))よりゲート電極上に存在する Au 電極が、PDMS によって選択的に取り除かれていることを確認した。また、PDMS 転写法により、ゲート電極である Al を挟みドレイン、ソースの両電極へ MoS_2 が転写された FET 構造を作製した。FET の I_d-V_g 特性(Fig. 2)より、閾値電圧は-0.7 V となり低電圧で動作していることがわかる。Sub-threshold swing は 72 mV/dec であり SiO_2 をゲート絶縁膜に利用した FET と比べ、急峻な特性が確認できた。また、清浄な表面を生かした、エタノール蒸気の増加と減少の検出に成功した(Fig. 3)。

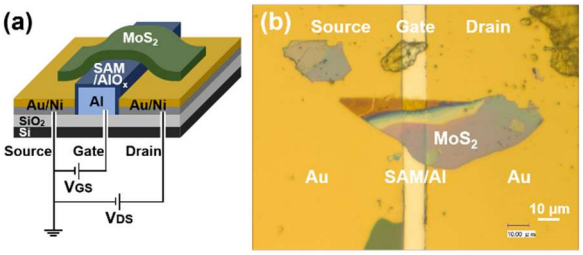

Fig. 1 (a) 素子構造 (b) 光学顕微鏡像

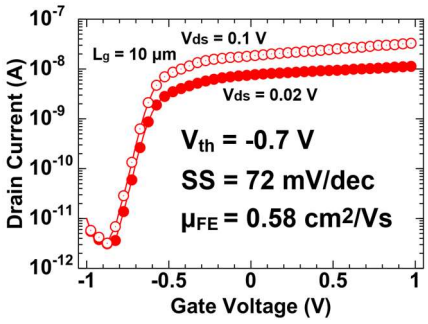

Fig. 2 作製した MoS_2 FET の I_d-V_g 特性

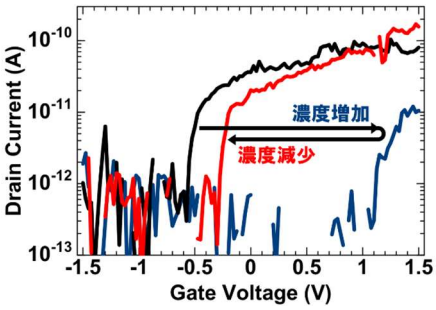

Fig. 3 FET によるエタノール蒸気の検出

© 2020年 応用物理学会