

反応性蒸着酸化アルミニウム膜による黒リン FET の大気安定化

Passivation of black phosphorus FETs with reactive-deposited aluminum oxide films

関西大システム理工¹

○(B4) 吉峯 夕貴¹, 小田 太一¹, 稲田 貢¹, 山本 真人¹

Kansai Univ.¹, °Yuki Yoshimine¹, Taichi Oda¹, Mitsuru Inada¹, Mahito Yamamoto¹

E-mail: k697433@kansai-u.ac.jp

二次元半導体の一種である黒リンは、グラフェンに匹敵する高いキャリア移動度と遷移金属ダイカルコゲナイドに匹敵する大きさのバンドギャップを有し、さらに、そのバンドギャップを層数によって変調可能なことから、電界効果トランジスタ(FET)やセンサーなどの多様なデバイスへの応用が期待されている。一方で、黒リンは大気中において酸素、および水と容易に反応し層状構造が崩壊してしまうため、黒リンデバイスを安定動作させるためには適当なパッシベーション処理をする必要がある。そこで本研究では、抵抗加熱蒸着による簡便な方法で黒リン上にガスバリア性を有する酸化アルミニウム薄膜を成膜し、黒リン FET の長期大気安定化を図った。

黒リンはバルク結晶から機械的剥離し、Si/SiO₂(285 nm)基板上に転写した。その後、フォトリソグラフィと抵抗加熱蒸着装置を用いて黒リン上に Ni/Au 電極を形成し、Si をバックゲート電極とする黒リン FET を作製した。さらに、黒リン FET 上に Al を低真空下(~ 10⁻³ Pa)で蒸着することで、酸化アルミニウム膜(60 nm)を形成した(Figs. 1a and 1b)。作製した黒リン FET を暗所・室温・低湿度環境(< 20 %RH)において大気曝露させた後、真空中(~ 10⁻² Pa)・室温で輸送特性を調べた。

Figure 1c は、黒リン FET 作製直後、酸化アルミニウム成膜直後、大気曝露時間毎の輸送特性を示したものである。酸化アルミニウム成膜後の黒リン FET は、成膜プロセスにおける大気曝露によって成膜前に比べて電流値が減少した一方で、キャリア移動度が増加していることが分かった。これは、高誘電率の酸化アルミニウムを黒リン表面上に堆積させたことで、荷電不純物によるキャリア散乱が低減したことによると考えられる。また、酸化アルミニウムで保護した黒リン FET は、3 日間の大気曝露後も移動度やオン電流が大きく変化することなく、低真空抵抗加熱蒸着によって形成した酸化アルミニウム膜が黒リンの表面保護膜として十分に機能することが分かった。

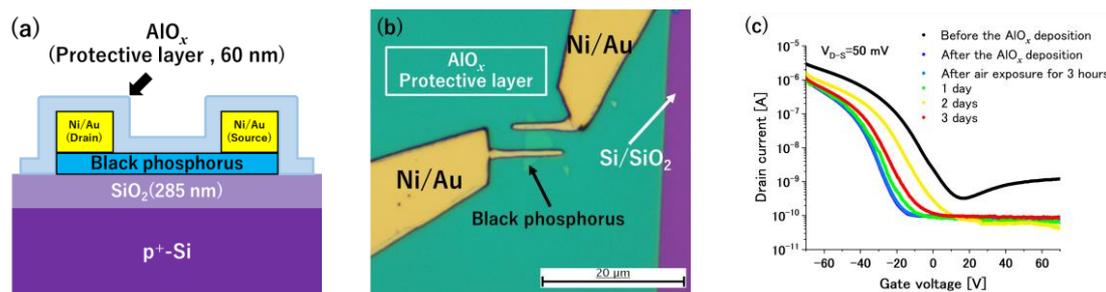


Figure 1. (a) and (b) Schematic and optical images of a black phosphorus FET passivated with an aluminum oxide thin film prepared by the reactive deposition. (c) Transport properties of the aluminum-oxide covered black phosphorus FET before and after air exposure.