

## 極限環境での駆動を目指した電気二重層トランジスタの開発 Development of electric double layer transistor driven under extreme conditions

○松本 凌<sup>1</sup>, 足立 伸太郎<sup>3</sup>, 新名 亨<sup>4</sup>, 入船 徹男<sup>4</sup>, 高野 義彦<sup>1, 2</sup>

(1. 物材機構, 2. 筑波大, 3. 京都先端大, 4. 愛媛大 GRC)

○Ryo Matsumoto<sup>1</sup>, Shintaro Adachi<sup>3</sup>, Toru Shinmei<sup>4</sup>, Tetsuo Irifune<sup>4</sup>, Yoshihiko Takano<sup>1, 2</sup>

(1. NIMS, 2. Univ. of Tsukuba, 3. KUAS, 4. Ehime Univ.)

E-mail: MATSUMOTO.Ryo@nims.go.jp

ゲート絶縁体にイオン液体を用いた電気二重層トランジスタ (EDLT) は、チャンネルとなる試料表面に高濃度にキャリアを誘起できることから「母物質のみを用いた物性制御法」として注目されている[1]。同様に、物質の性質を司る結晶構造を直接操作する圧力印加も「母物質のみを用いた物性制御法」として強力である。近年では、圧力を巧みに利用することで超伝導転移温度が室温を超える水素化物が合成されたとの報告により大きな注目を集めた。ここで、もし物質に任意の圧力を印加しながら EDLT を駆動できれば、結晶構造とキャリア密度の同時制御による高自由度な物性制御が可能となり、多くの機能性材料の研究に貢献できると期待される。

我々はダイヤモンドアンビルセル (DAC) と呼ばれる圧力容器内にホウ素ドープダイヤモンド (BDD) から成るソース・ドレイン電極を有する EDLT 構造を形成し、チャンネル部の結晶構造とキャリア密度を同時に制御できる EDLT-DAC を開発した[2]。一方で、キャリア制御の要となるイオン液体の高圧力下特性には未解明の点が多く、EDLT-DAC の安定駆動に向けては多くの試行錯誤が必要である。しかしながら現状の EDLT-DAC では、ゲート電極やチャンネルに一般的な金属を用いており、圧力印加時やゲーティング時の電気化学反応等による動作の不安定性から、実験の効率が低い問題があった。そこで本研究では、ゲート電極やチャンネルを BDD に置き換えることで、極限環境下でも安定動作する EDLT-DAC を開発した。

Fig. 1 に EDLT-DAC の模式図を、Fig. 2 (a) に実際のデバイスの光学顕微鏡写真をそれぞれ示す。ゲート電極やチャンネルが、ダイヤモンドアンビルからエピタキシャル成長させた BDD 薄膜によって構成されている。これによって圧力印加時のデバイス破壊や、ゲーティング時の電気化学反応などを防ぐことができる。Fig. 2 (b) には 1.3 GPa の圧力下で EDLT を駆動した結果を示す。チャンネルである BDD の電気抵抗が、負のゲート電圧を印加してホールドープした場合は減少し、正のゲート電圧を印加して電子ドープした場合は増加する EDLT 動作が確認された。今後は圧力下での安定動作が実現した本デバイスを用いて、イオン液体の圧力下での電位窓の変化や、異なる電解質への置換効果などについての検証を進めていく予定である。

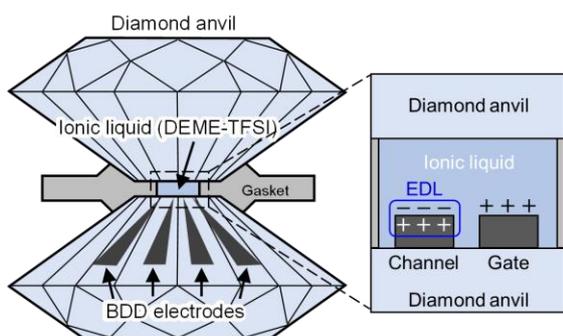


Fig. 1. Schematic image of the EDLT.

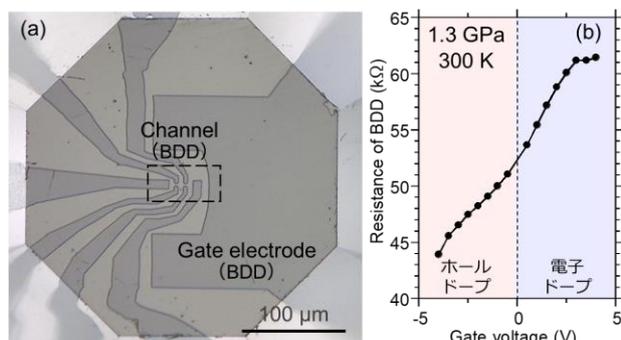


Fig. 2. (a) Microscope of the device and (b)  $V_g$  -  $R$  property.

[1] K. Ueno et al., APL **96**, 252107 (2010).

[2] S. Adachi et al., APL **116**, 223506 (2020).