

電界効果機能を付加したダイヤモンドアンビルセルの開発 II

Development of diamond anvil cell modified for use as field-effect device II

物材機構 MANA¹, 筑波大² ○足立 伸太郎¹, 松本 凌^{1,2}, 山本 紗矢香^{1,2}, 山本 貴史¹,
寺嶋 健成¹, 齋藤 嘉人^{1,2}, Miren Esparza Echevarria¹, Pedro Baptista de Castro^{1,2},
宋 鵬^{1,2}, 竹屋 浩幸¹, 高野 義彦^{1,2}

MANA, NIMS¹, Univ. of Tsukuba², ○Shintaro Adachi¹, Ryo Matsumoto^{1,2}, Sayaka Yamamoto^{1,2}, Takafumi D. Yamamoto¹, Kensei Terashima¹, Yoshito Saito^{1,2}, Miren Esparza Echevarria¹, Pedro Baptista de Castro^{1,2}, Peng Song^{1,2}, Suguru Iwasaki¹, Hiroyuki Takeya¹, and Yoshihiko Takano^{1,2} E-mail: ADACHI.Shintaro@nims.go.jp

物質に高圧力を印可することで、常圧下では発現しない未知の現象に到達することが可能となる。ダイヤモンドアンビルセル(DAC)を用いた水素化物における圧力誘起高温超伝導の発見[1, 2]は記憶に新しい。また、電気二重層トランジスタ(EDLT)構造を利用することで、化学量論的な変化を伴わずにキャリアを誘起できる手法[3]にも注目が集まっている。EDLT 構造によって試料とイオン液体との界面に電気二重層を形成することができれば、多数のキャリアが誘起されることが期待できる。DAC と EDLT は物性制御の手段として有望であると認識されている。

本研究の目的は、DAC と EDLT 構造を融合することで圧力とキャリア密度の広範な制御を可能とし、高温超伝導のような新規物性を発見することである。最近、我々はダイヤモンドアンビル上に微細加工によってボロンドープダイヤモンド電極と絶縁性のアンドープダイヤモンドを備えた DAC を開発[4]して 10 個の圧力誘起超伝導体の発見に成功した。この DAC 内部に EDLT 構造の形成を目指した。具体的には、①イオン液体を圧力媒体に利用できると、②プラチナ(Pt)ーイリジウム(Ir)合金が電気化学的に安定で十分な硬度を有することからゲート電極兼ガスケットとして機能することを見出した。

図 1 は、開発した EDLT-DAC の概略図である。第一のプロセスとして、ボロンドープダイヤモンドと絶縁ダイヤモンドを、プラズマ誘起気相成長によって下部ダイヤモンドアンビル上に微細加工した。次に、サンプルとしてビスマス(Bi)薄膜を電極のある試料空間上に真空蒸着した。そして、ゲート電極兼ガスケットの Pt-Ir 合金によって試料空間の側面をカバーできるようにした。最後に、イオン液体(DEME-TFSI)を充填し封入すれば EDLT-DAC が完成する。これを用いて、最近、高圧力下における電界効果の観測に成功した。当日は、その実験の詳細と結果を報告する。

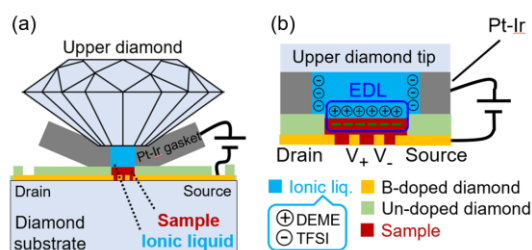


Fig. 1. (a) A schematic illustration of the EDLT-DAC and (b) the enlargement around the sample space.

[1] A. P. Drozdov et al., Nature **525**, 73 (2015).

[2] A. P. Drozdov et al., Nature **569**, 528 (2019).

[3] K. Ueno et al., J. Phys. Soc. Jpn. **83**, 032001 (2014).

[4] R. Matsumoto et al., Appl. Phys. Express **11**, 053101 (2018).