

ホウ素ドーパダイヤモンド電極を備えた DAC による 高圧力下の電気抵抗・X線回折の同時測定

In-situ measurements of electrical resistance and X-ray diffraction

under high pressure by using diamond anvil cell with boron-doped diamond electrodes

物材機構¹, 筑波大² ◯(M2) 仲村 和貴^{1,2}, 寺嶋 健成¹, 松本 凌¹,

山本 貴史¹, 松下 能孝¹, 竹屋 浩幸¹, 高野 義彦^{1,2}

NIMS.¹, Univ. of Tsukuba² ◯Kazuki Nakamura^{1,2}, Kensei Terashima¹, Ryo Matsumoto¹,

Takafumi D. Yamamoto¹, Yoshitaka Matsushita¹, Hiroyuki Takeya¹, Yoshihiko Takano^{1,2}

E-mail: NAKAMURA.Kazuki@nims.go.jp

単体元素の Bi は、常圧の Bi-I 相から 2.55 GPa の圧力下で II 相に構造相転移し、3.9 K の超伝導転移温度 (T_c) を示す。さらに加圧すると、 $T_c = 7$ K の III 相 (2.7 GPa~)、 $T_c = 8$ K の V 相 (7.7 GPa~) へと構造相転移する⁽¹⁾。このように、圧力印加による物質の結晶構造の変化に伴い、超伝導の発現や T_c の離散的な変化が生じる物質がある。しかしながら、高圧力下で結晶構造と T_c の決定を同時に行うことは容易ではない。既に、圧力下の電気抵抗と X 線回折 (XRD) の同時測定は行われているが⁽²⁾、試料のセットアップが複雑であり、作業者の高い技術を要する。また、試料と電極材料である Au や Pt の回折ピークの重畳や、試料の回折ピークの強度が減少するという懸念がある。そこで本研究はホウ素ドーパダイヤモンド (BDD) を電極として備えたダイヤモンドアンビルセル (DAC)⁽³⁾を用いた、電気抵抗と XRD の測定を提案する。X 線透過性の高い BDD 単結晶を電極として採用することで、試料からの回折ピークを極力、重畳しない状態で収集可能となる。そのため、本手法は電気抵抗、結晶構造の情報が同一試料からより簡便に得られることが期待できる。

Figure 1 に本測定手法の概略図を示す。片方のダイヤモンドアンビルには BDD 電極を微細加工し、測定対象として多結晶 Bi を、圧力媒体として cBN 粉末を封入した。より広範囲の回折ピークを測定するため、単色化した Mo 特性 X 線を X 線源としたラボ用 XRD 装置を用いた。室温での Bi の電気抵抗をモニターしながら加圧し、I-II 相の転移に伴う電気抵抗の変化が見られる前後での XRD と R - T 特性を測定した。

Figure 2 に Bi の相転移前後の (a) XRD スペクトル、(b) R - T 特性をそれぞれ示す。XRD スペクトルからは常圧相である I 相から、II 相および III 相への構造相転移が観測された。この構造変化に対応して、 R - T 特性では $T_c = 4.6$ K の圧力誘起超伝導転移が確認された。これらの結果から、提案手法によって Bi の構造相転移と超伝導の同時測定に成功したといえる。今後はこの手法を用いて、新奇な超伝導体探索を進めていく予定である。

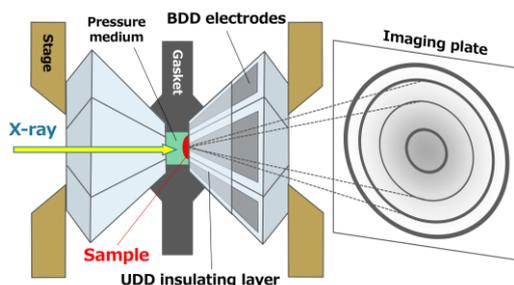


Figure 1. Schematic image of the experimental set-up.

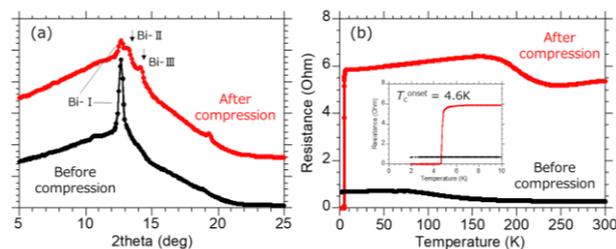


Figure 2. Pressure effect of Bi. [(a) XRD spectra, (b) R - T properties].

Reference:

- (1) Y. Lie *et al.*, *Phys. Rev. B* **95**, 024510 (2017).
- (2) T. Matsuoka *et al.*, *Phys. Rev. B* **89**, 1144103 (2014).
- (3) R. Matsumoto *et al.*, *Appl. Phys. Express* **11**, 053101 (2018).