その場物性測定機能付き高圧合成装置による新規超伝導体探索

Exploration for superconducting materials using high pressure synthesis system with in-situ physical property measurements

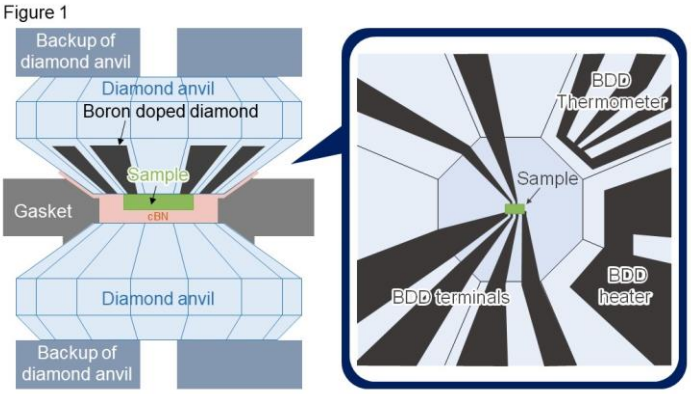
○松本 凌[1]，寺嶋 健成[1]，中野 智志[1]，仲村 和貴[1, 2]，山本 貴史[1]，今井 基晴[1]，高野 義彦[1, 2]
（1. 物材機構，2. 筑波大）

○R. Matsumoto[1], K. Terashima[1], S. Nakano[1], K. Nakamura[1, 2], T. D. Yamamoto[1], M. Imai[1], Y. Takano[1, 2]
(1. NIMS, 2. Univ. of Tsukuba)
E-mail: MATSUMOTO.Ryo@nims.go.jp

温度と圧力は物質を合成するうえで重要なパラメータである。温度は電気炉等で比較的容易に制御可能である一方で、圧力を制御するためには複雑な圧力セルに原材料を封入する必要があり、様々な実験上の制約が伴う。圧力制御下においては、試料の物性測定を行うことも困難である。そこで我々は、温度と圧力を制御しながら試料を合成し、その場で電気抵抗測定や光学測定が可能な装置を開発した。文献[1]および前回の講演会[2]では、開発した装置を用いた $EuFBiS_2$ の高圧合成と、その場電気抵抗測定の例を示した。本講演では装置開発の進捗と、これまでに発見した新規超伝導体について報告する。

Fig. 1 に装置の概要を示す。金属ガスケットにあけた穴を試料室とし、圧力伝達媒体として粉末 cBN を充填する。上部アンビルの加圧平面には、ホウ素ドープダイヤモンド薄膜から成る物性測定用電極がパターニングされており、これと接触するように試料の原材料を設置する。ダイヤモンドアンビルを押し込むことによって、試料にかかる圧力を制御する。上部アンビルの斜面部には、ホウ素ドープダイヤモンド薄膜から成る抵抗加熱ヒーターと温度計がパターニングされており、ヒーターへの投入電力を変えることで試料の温度を制御できる。これらの電極、ヒーター、温度計はダイヤモンド製であるため、不活性雰囲気において繰り返し使用可能である。

開発した装置を用いて、これまでに Sn_3Se_4, Sn_3S_4, Sn_2GeS_4 および Ge_3S_4 の高圧合成に取り組んだ。高圧下 X 線回折によって、Sn_3Se_4 と Sn_3S_4 の結晶構造の同定に成功しており、Sn_2GeS_4 と Ge_3S_4 の結晶構造は現在調査中である。これらの試料を合成後、その場電気抵抗測定を行った結果、全ての試料で超伝導転移が観測された。Fig. 2 にそれぞれの超伝導転移温度（T_c^{onset}）の圧力依存性を示す。いずれの試料でも、圧力の減少に伴い T_c^{onset} は上昇した。本装置では常圧下では不安定な物質の合成および評価が可能であるため、新規超伝導体の索に広く役立つと期待される。



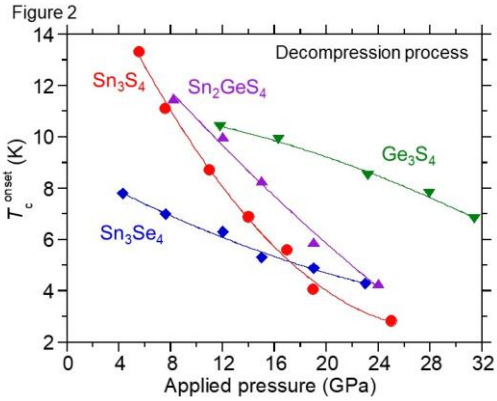


Fig . 1 Schematic image of the developed apparatus. Fig. 2 Pressure dependence of T_c^{onset} in various compounds synthesized by the developed apparatus.

[1] R. Matsumoto et al., Appl. Phys. Lett. **119**, 053502 (2021).　[2] 松本凌 他, 第 68 回応物, 17p-Z20-5.