

ダイヤモンド成膜技術を利用した高圧水素下その場物性測定装置の開発

In-situ measurement of physical property under high-pressure hydrogen condition using diamond thin film deposition technique

○松本 凌¹, 山本 紗矢香^{1, 2}, 中野 智志¹, 足立 伸太郎³, 高野 義彦^{1, 2}

(1. 物材機構, 2. 筑波大, 3. 京都先端大)

○R. Matsumoto¹, S. Yamamoto^{1, 2}, S. Nakano¹, S. Adachi³, Y. Takano^{1, 2}

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

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

“水素社会”の実現に向けて、水素の貯蔵方法や触媒反応について精力的に研究が進められている。また最近では、高圧力下の水素化物において立て続けに高温超伝導が報告されており、超伝導分野でも水素が注目されている。しかしながら、水素化物超伝導体を発見するためには、十分な水素量の高圧力雰囲気下で試料を合成し、その場で電気抵抗測定を行う必要がある。この難易度が高いため、水素化物での超伝導探索は限られたグループでしか行えていない。そこで本研究では、圧力発生装置ダイヤモンドアンビルセル (DAC) に微細加工を施し、高圧水素環境下で試料の電気抵抗測定を行うための技術開発に取り組んだ。

Fig. 1 に示すように、DAC のアンビル上にホウ素ドーパダイヤモンドから成る物性測定用の電極を微細加工した[1]。ダイヤモンドは機械的・化学的に安定であるため、圧力や水素脆化による電極の破断が生じない。さらにダイヤモンド電極の上から、試料を載せる空間だけを除いて、アンビルドーパダイヤモンドの絶縁層を成長させた。これによって、ダイヤモンドアンビルと金属ガスケットのみの単純な構成で、水素化物の合成とその場物性測定を行うことが可能となる。

開発した装置の動作検証として、水素化パラジウム(PdH)の合成と超伝導特性の評価を行った。パラジウムを電極上に成膜した DAC をガス充填装置[2]に取り付けた。180 MPa に昇圧した水素ガス雰囲気下で 4.1 GPa まで DAC を加圧することで、パラジウムに対して十分大きなモル比の水素を封入した。Fig. 2 に水素充填した DAC 内のパラジウムの電気抵抗測定の結果を示す。試料は 6.7 K で明瞭な超伝導転移を示し、最大量の水素を吸蔵したパラジウムの転移温度と良く一致した。このことから、開発した DAC を用いて、水素化物超伝導体の合成および物性測定が可能なることが示された。今後は、さらに高い圧力での実験を目指した装置の改良に取り組む予定である。

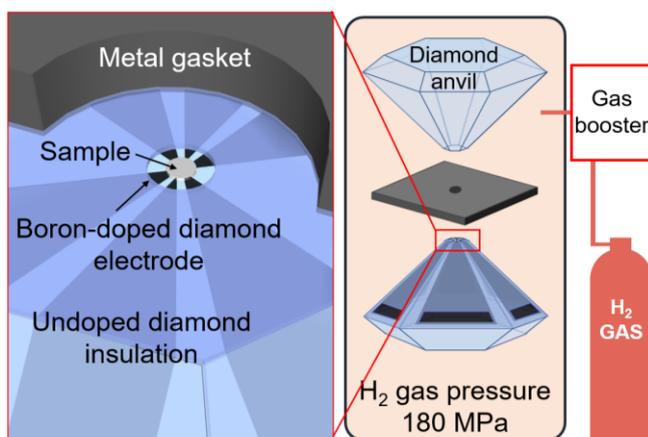


Fig. 1 Schematic image of developed system.

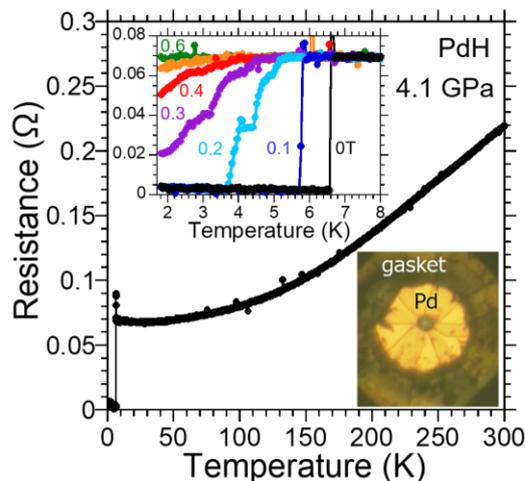


Fig. 2 Temperature dependence of resistivity on PdH.

文 献

[1] R. Matsumoto et al., APEX **11**, 053101 (2018).

[2] K. Takemura et al., Rev. Sci. Instrum. **72**, 3873 (2001).