

高圧下における $(\text{Ba}_{1-x}\text{La}_x)\text{Fe}_2\text{As}_2$ エピタキシャル薄膜の臨界温度上昇

Pressure-induced enhancement of critical temperature

in $(\text{Ba}_{1-x}\text{La}_x)\text{Fe}_2\text{As}_2$ epitaxial films

東工大 応セラ研¹, 東工大 元素戦略研究センター², 東工大 フロンティア研究機構³

○平松 秀典^{1,2}, 片瀬 貴義³, 佐藤 光¹, 神谷 利夫^{1,2}, 細野 秀雄^{1,2,3}

MSL Tokyo Tech.¹, MCES Tokyo Tech.², FRC Tokyo Tech.³

○Hidenori Hiramatsu^{1,2}, Takayoshi Katase³, Hikaru Sato¹, Toshio Kamiya^{1,2}, Hideo Hosono^{1,2,3}

E-mail: h-hirama@lucid.msl.titech.ac.jp

【背景】 122 型と呼ばれる鉄系超伝導体 AEFe_2As_2 (AE : Ba, Sr, Ca などのアルカリ土類金属) は超伝導特性の結晶方位異方性が銅酸化物よりはるかに小さいという特長があるが、なかでも BaFe_2As_2 は薄膜において最も研究が進んでいる。以前は高品質な BaFe_2As_2 薄膜試料を得るためには、キャリアドーピングのための添加不純物として蒸気圧の低い Co を選択する必要があった。しかしながら、この不純物添加法では、フェルミ面を構成する Fe サイトに Co を直接添加するため (直接ドーピング)、臨界温度 (T_c) が低下するという問題がある (最大で約 25 K)。このような状況で最近、 BaFe_2As_2 と同じ 122 型構造を有する CaFe_2As_2 の Ca サイトに希土類を「間接ドーピング (Fe サイト以外への不純物添加)」することによって T_c が 40 K を超えることが報告され[1]、最大 T_c は $(\text{Ca}_{1-x}\text{Pr}_x)\text{Fe}_2\text{As}_2$ の 49 K に達している[2]。

最近我々は、パルスレーザー堆積法を利用し、バルク試料では実現されていなかった、 BaFe_2As_2 に La~Nd までの希土類を間接置換ドーピングすることに成功した[3]。しかしながら、得られた T_c は La ドーピングの 22 K が最高で、ドーパントの 4f 電子の増加に伴って (つまり La, Ce, Pr, Nd の順に) 著しく減少した。本研究では、高圧下では $(\text{Ba}_{1-x}\text{La}_x)\text{Fe}_2\text{As}_2$ エピタキシャル薄膜の格子が圧縮されることによって、 $(\text{Ca}_{1-x}\text{Pr}_x)\text{Fe}_2\text{As}_2$ と同等の 50 K 級の T_c につながる可能性があると考え、ピストンシリンダーを用いて高圧下における超伝導特性を調べた。

【結果】 図に、最適 La 濃度 (13%) を有するエピタキシャル薄膜の 3.2 GPa までの高圧下における $\rho - T$ を示す。圧力の増加に伴って T_c は徐々に上昇し、2.2 GPa で最大の 30 K を示した。その T_c は更なる圧力上昇 (3.2 GPa) によっても減少することなく維持され、 T_c の上昇は飽和した。また、アンダードーピングおよびオーバードーピング領域でも圧力印加による T_c の上昇を確認した。この高圧下における大幅な T_c の上昇は、122 型化合物における最適ドーピング試料では初めて観察された。

【参考文献】

1. S. R. Saha *et al.*, Phys. Rev. B **85**, 024525 (2012).
2. B. Lv *et al.*, Proc. Natl. Acad. Sci. USA **108**, 15705 (2011).
3. T. Katase *et al.*, Phys. Rev. B **85**, 140516(R) (2012).

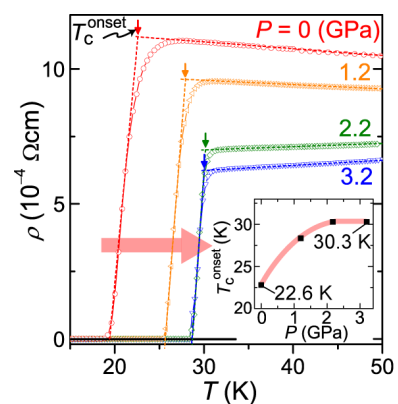


Fig. $\rho - T$ curves of $(\text{Ba}_{1-x}\text{La}_x)\text{Fe}_2\text{As}_2$ ($x = 0.13$) epitaxial film under high pressures up to 3.2 GPa.