$CaFe_2As_2$ 系薄膜の分子線エピタキシー成長

Growth of $CaFe_2As_2$ system thin films by molecular beam epitaxy

名大工，○藤本 亮祐，中村 伊吹，川口 昂彦，原田 俊太，宇治原 徹，生田 博志

Dept. Crystalline Materials Science, Nagoya Univ.[1],

Dept. Materials Science and Engineering, Nagoya Univ.[2]

°R. Fujimoto[1], I. Nakamura[1], T. Kawaguchi[2], S. Harada[2], T. Ujihara[2], H. Ikuta[1]

E-mail: fujimoto@iku.xtal.nagoya-u.ac.jp

研究背景〉2008 年に発見された新高温超伝導体である鉄系超伝導体の中でも、$CaFe_2As_2$ を母物質とする系は Ca をランタノイド元素で部分置換することで超伝導転移温度 T_c が 40 K を超えると報告されている[1-3]。さらに、ランタノイド置換だけでは 20 K 以上での超伝導体積分率が小さいが、La と P の共置換では高温でも大きな体積分率をもつと報告される[4]など、興味深い系である。応用の観点からは薄膜化は非常に重要であるため、我々は分子線エピタキシー(MBE)法を用いて $CaFe_2As_2$ 系の薄膜化に取り組んだ。

実験方法〉薄膜は Ca、Fe、As、GaP などを原料とし、Knudsen cell (K-cell)を用いてさまざまな基板上に成長した。得られた薄膜については X 線回折(XRD)、電子線プローブマイクロアナライザ(EPMA)および電気抵抗測定などにより評価した。

特色と独創的な点〉$CaFe_2As_2$ 系の薄膜化についてはパルスレーザー蒸着(PLD)法による試みが報告されているが、Ca の蒸気圧が他の元素に比べて高いために成功しなかった[5]。MBE 法では原料の分子線圧を個別に制御することが可能なため、この問題を解決でき、$CaFe_2As_2$ 系の良質な薄膜が得られる可能性があると考えた。

研究成果〉Fig.1(a)にさまざまな基板上に成長した $CaFe_2As_2$ 母物質薄膜の面直方向の X 線回折の結果を示す。薄膜の成長温度および各原料の分子線圧など、成膜条件を調整することにより単相かつ *c* 軸配向した $CaFe_2As_2$ 薄膜が得られた。また、Fig.1(b)に示すように As サイトを P に部分置換した薄膜の成長にも成功した。電気抵抗率測定の結果を Fig.1(c)に示すが、P 置換量が 10%以上の薄膜において明確な超伝導転移が観測され、最大でオンセット 21.4 K の T_c をもつ薄膜が得られた。今後は La と P で共置換した薄膜についても作製する予定であり、その結果については当日報告する。

参考文献〉 [1] B. Lv *et al.*, Proc. Natl. Acad. Sci. **108,** 38 15705 (2011) [2] Z. Gao *et al.*, Euro. Phys. Lett. **95**, 67002 (2011)
[3] S. R. Saha *et al.,* Phys. Rev. B **85,** 024525 (2012) [4] K. Kudo *et al.*, Sci. Rep. **3**, 1478 (2013)
[5] T. Katase *et al.*, Supercond. Sci. Technol. **25**, 084015 (2012)

キーワード〉 超伝導、鉄系超伝導体、薄膜、分子線エピタキシー法

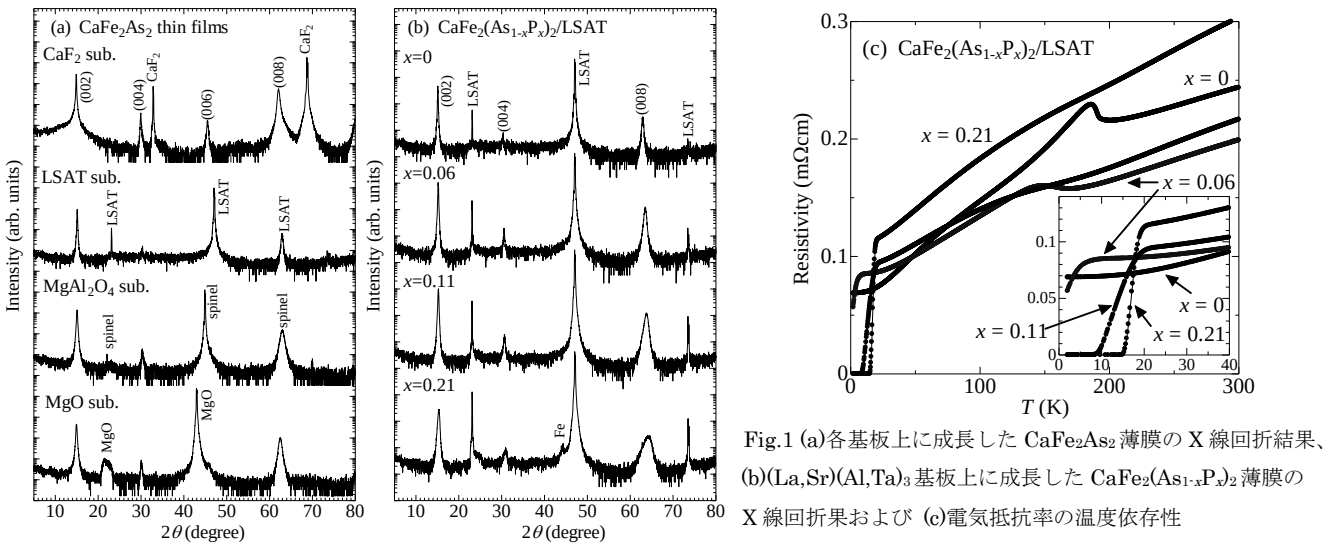

Fig.1 (a)各基板上に成長した $CaFe_2As_2$ 薄膜の X 線回折結果、(b)$(La,Sr)(Al,Ta)_3$ 基板上に成長した $CaFe_2(As_{1-x}P_x)_2$ 薄膜の X 線回折結果および (c)電気抵抗率の温度依存性