

フッ化カルシウム基板上的 FeSe_{1-x}Te_x 膜の圧縮歪Compressive strain of FeSe_{1-x}Te_x films on CaF₂ substrates○一瀬 中¹、塚田 一郎¹、鍋島 冬樹²、今井 良宗²、前田 京剛² (1. 電中研、2. 東大院総合)°Ataru Ichinose¹, Ichiro Tsukada¹,Fuyuki Nabeshima², Yoshinori Imai², Atsutaka Maeda² (1. CRIEPI, 2. Univ. of Tokyo)

E-mail: ai@criepi.denken.or.jp

鉄系超電導材料が発見された初期の段階から鉄系超電導材料を実用化するひとつの手段として薄膜化技術が開発された。当初、銅酸化物超電導材料に使用されていた酸化物基板の格子定数が鉄系超電導材料の格子定数と似かよっていることから、基板に同様の酸化物基板が使用された。しかし、酸化物基板上のほとんどの FeSe_{1-x}Te_x 膜はバルクの臨界温度(T_C)より低くなり、その要因の一つに基板から超電導膜への酸素の拡散が考えられた¹⁻³⁾。そこで、基板材料を酸化物からフッ化物のフッ化カルシウムに変えたところ、 T_C はバルクの T_C より高くなり、超電導膜の a 軸長は圧縮歪を受けてバルクの a 軸長より短くなっていることがわかった⁴⁾。しかし、超電導膜の a 軸長に対応するフッ化カルシウムの格子長は超電導膜の a 軸長より長いいため、フッ化カルシウム基板上にエピタキシャル成長した超電導膜が圧縮歪を受ける要因がわからなかった。今回、フッ化カルシウム基板上にパルスレーザー蒸着法で作製した Te の置換量を変えた FeSe_{1-x}Te_x 膜 ($x=0, 0.5, 0.6, 0.7, 1$) の基板と膜の界面近傍の微細構造解析を行い、界面を通じて超電導膜が圧縮歪を受ける要因を調べた⁵⁾。微細構造解析用の試料は、集束イオンビーム装置を用いてマイクロサンプリング法により作製した。また、微細構造解析は JEM-2100F により、TEM, STEM による組織観察、制限視野電子線回折、EDX による元素分析を行った。その結果、フッ化カルシウム基板においても、酸化物基板とは異なるが、界面近傍で元素の拡散が生じていることがわかった。酸化物基板の場合には、基板の酸素が超電導膜に侵入し、界面において構造が変化している領域は超電導膜側に存在していた。一方、フッ化物基板の場合には、超電導膜の Se がフッ化カルシウム基板に侵入し、構造が乱れている領域は基板側に存在することがわかった。さらに、超電導膜の Te は基板には侵入しておらず、界面における Se と Te の挙動が異なることが明らかになった。また、基板のフッ素の挙動に関しては、分析精度の信頼性から今回は明確なことは言えないが、基板からフッ素が抜けている可能性はある。図 1 に Te 量に対する超電導膜の a 軸長の変化を示す。Te 量が少なく Se 量が多い膜ほど、超電導膜の a 軸長の縮みが大きくなっていることがわかる。以上のことから、界面における Se の挙動が、超電導膜の圧縮歪の要因であることが推測される。

- 1) Y. Imai, *et al.*, APEX 3, 043102 (2010).
- 2) M. Hanawa, *et al.*, JJAP 50, 053101 (2011).
- 3) M. Hanawa, *Et al*, JJAP 51, 010104 (2012).
- 4) I. Tsukada, *et al.*, APEX 4, 0531001 (2011).
- 5) I. Tsukada, *et al.*, to be submitted.
- 6) B. C. Sales, *et al.*, Phys. Rev. B 79, 094521 (2009).
- 7) T. M. McQueen, *et al.*, Phys. Rev. B 79, 014522 (2009).
- 8) F. Nabeshima, *et al.*, Appl. Phys. Lett. 103, 172602 (2013).

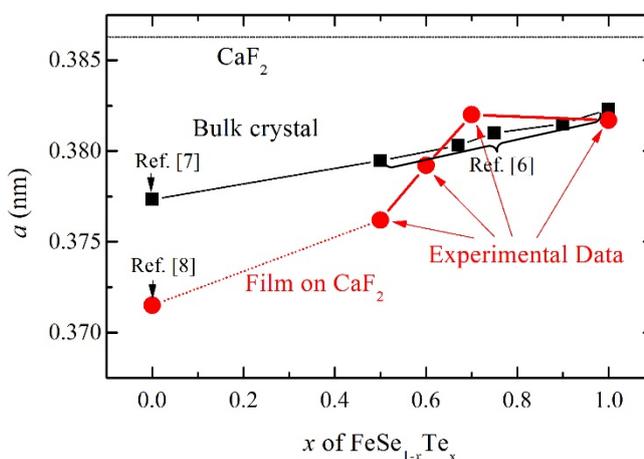


Fig.1. x dependencies of the estimated a-axis length