

熱制御用マンガン酸化物結晶のバンド・フィリング制御

Band-Filling Control of Manganite Crystals as Thermal-Control Materials

上智大理工¹, ISAS/JAXA², 東理大理³

村上 良明¹, 太刀川 純孝², 齋藤 智彦³, 桑原 英樹¹

Department of Physics, Sophia University¹,

Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency²,

Department of Applied Physics, Tokyo University of Science³

Y. Murakami¹, S. Tachikawa², T. Saitoh³, and H. Kuwahara¹ E-mail: y-murakami@sophia.ac.jp

宇宙空間にある宇宙機は、太陽光の入射量変化などにより厳しい熱環境にさらされる。搭載機器が低温になる場合はヒーターを用い、高温の場合はラジエータが必要となる。一般的には放射率の大きいラジエータを用いるが、放射率が一定であるために宇宙機が低温の場合でも熱放射を行ってしまい、ヒーターを使用しなければならないなどの無駄が生じてしまう。このような問題に対応するために電氣的・機械的な機構を用いずに放射率が変化する SRD(Smart Radiation Device)が開発された。SRD はペロブスカイト型マンガン酸化物を材料としており、本材料が室温付近で示す絶縁体-金属相転移により放射率が減少し自律的な温度制御を可能にしている。ペロブスカイト構造は ABO_3 と表され、我々は現在までに A サイト・B サイトの元素置換 (バンド幅制御、バンド・フィリング制御) を行い、性能向上のための研究を行ってきた^{[1][2]}。今回は結晶中の酸素量を変化させることによりバンド・フィリング制御を行い、性能向上を目指した。具体的には酸化・還元雰囲気中でマンガン酸化物単結晶をアニールし、X 線構造解析、磁化測定、電気抵抗率測定、ヨウ素滴定の物性評価を行い、性能を比較検討した。

Fig. 1 にアニールを行い酸素量を変化させた結晶の電気抵抗率の温度依存性を示す。還元アニールを行った結晶では高温側での電気抵抗率が上昇しており、高温側での放射率の上昇が期待される。しかし、還元することによってホール・キャリア濃度が減少し、二重交換相互作用による金属相が不安定となるため絶縁体-金属相転移温度が低温側にシフトする結果となった。搭載機器の許容温度は室温付近なので高温側での電気抵抗率を大きくし、尚且つ絶縁体-金属相転移温度を室温付近にするためにはアニール処理前に、さらにバンド幅制御、バンド・フィリング制御を行うことが必要である。

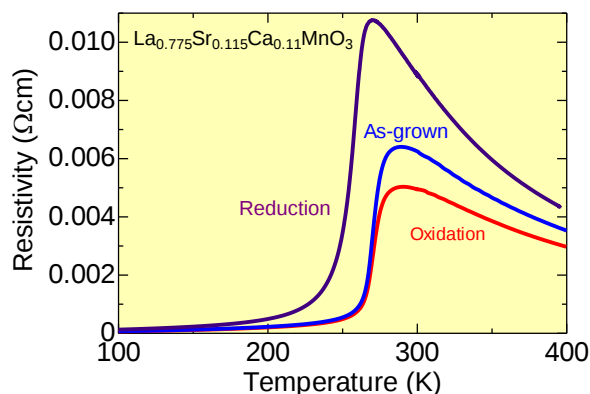


Fig. 1 Temperature dependence of resistivity for $La_{0.775}Sr_{0.115}Ca_{0.11}MnO_3$ crystals with and without annealing.

[1] 田中洸輔他, 日本物理学会秋季大会, 20pFG 16 (2012); 応用物理学会春期学術講演会, 27p-B8-14 (2013).

[2] K. Tanaka, S. Tachikawa, H. Kuwahara, M. Okawa, and T. Saitoh: JPS Conf. Proc. 1, 012005 (2014).