

還元雰囲気電気炉の立ち上げと電子型強誘電体 YbFe_2O_4 薄膜の作製Building up of furnace with gas flow and growth of YbFe_2O_4 film○二村僚¹, 高山虎之介¹, 徳永聖¹, 永田知子²*Tsukasa Futamura¹, Toranosuke Takayama¹, Takara Tokunaga¹, Tomoko Nagata²

In order to fabricate YbFe_2O_4 thin film, we build up a furnace which enables gas flow. The furnace is composed of a quartz and stainless tubes. A quartz was selected to make the inside visible. The inside temperature is controlled by proportional-integral-derivative (PID) method. We adjusted the PID values and succeeded in controlling the inside temperature from 24 to 900 °C.

RFe_2O_4 (R:希土類元素) は従来の強誘電体においてみられるようなイオン変位による分極ではなく、鉄原子の電荷の極的な分布によって強誘電性が発現するということが提案されている^{[1][2]}. これらの材料は電子型強誘電体と呼ばれ、太陽電池や高速メモリなど多岐にわたって活用されることが期待されており、デバイス応用のためには薄膜化が必須である.

YbFe_2O_4 薄膜を作製するにあたってまず、薄膜を焼成するための電気炉の立ち上げを行った. YbFe_2O_4 薄膜を作るためには還元雰囲気下で焼成処理を行う必要があるが、初期段階では注入した気体が漏れてしまうような構造になっていたため、内部が見える石英管と SUS チューブ, SUS 管を用いて気体が漏れず高温処理が可能な炉を設計した. 図1はその概要を示している. 石英管と SUS 管は気密性を考慮し O リングで封止, SUS 管の上部に SUS チューブを3本溶接し, それぞれ気体の注入口, 熱電対口, 排気口を設けた. 気体の注入口と排気口のチューブは90度曲げることにより, 取り回しの便宜を図った. また, 電気炉内の発熱体の中心に試料を固定するため, パンチングした SUS 板を筒状に変形させて石英管を固定した.

また, 焼成温度と時間を調整するために電気炉の PID の調整を行い, 24 °C~900 °C まで追従性よく制御することに成功した. 温度によって適宜 PID を変更する必要がある, 薄膜作製に必要な温度まで上昇させる際に最適な PID の値を 24 °C~320 °C, 320 °C~450 °C,

450 °C~850 °C, 850 °C~900 °C にわけて調べた.

薄膜の作製は, ソフトケミカル法によって行う. 発表当日は立ち上げた電気炉を用いて作製した薄膜の評価も合わせて報告する.

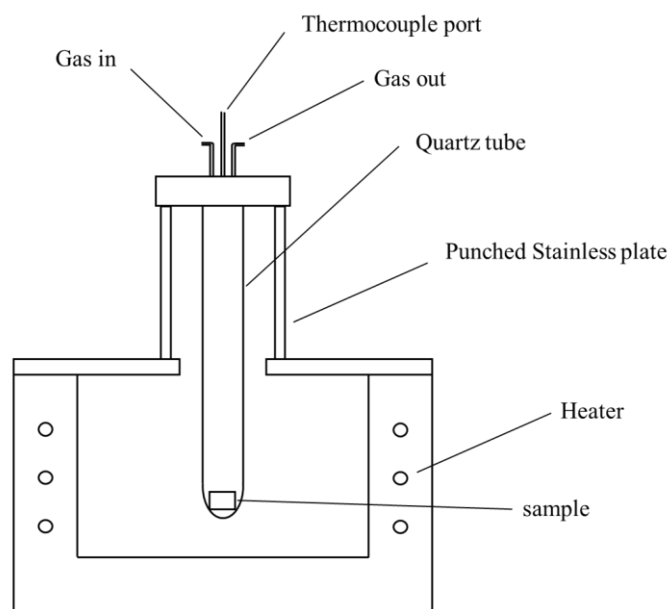


Figure 1. Schematic view of furnace with gas flow

参考文献

- [1] T. Nagata, P.-E. Janolin, M. Fukunaga, B. Roman, K. Fujiwara, H. Kimura, J.-M. Kiat, and N. Ikeda, "Electric Spontaneous Polarization in YbFe_2O_4 ", *Applied Physics Letters*, 110, 052901, 2017.
- [2] N. Ikeda, H. Ohsumi, K. Ohwada, K. Ishii, T. Inami, K. Kakurai, Y. Murakami, K. Yoshii, S. Mori, Y. Horibe, and H. Kito, "Ferroelectricity from iron valence ordering in the charge-frustrated system LuFe_2O_4 ", *Nature*, 436, 1136, 2005.