

キレートフレイム法によりアルミニウム合金 A5052 上に作製した 酸化物膜の断熱特性

Thermally insulating properties of oxide films on aluminum alloy by chelate flame method

淡 焱鑫¹, 中村 淳^{1,2}, 小松 啓志¹, 齋藤 秀俊¹

(1.長岡技科大学, 2.中部キレスト)

Yanxin Dan¹, Atsushi Nakamura^{1,2}, Keiji Komatsu¹, Hidetoshi Saitoh¹

(Nagaoka Univ. Tech.¹, Chubu Chelest Co., Ltd.²)

E-mail: hts@nagaokaut.ac.jp

【緒言】アルミニウム合金上に合成した断熱膜は様々な用途に使われており、中でも、自動車エンジンなどに使用されている。従来法はプラズマ溶射法で膜厚 430 μm 、気孔率 20 %、断熱温度 133 $^{\circ}\text{C}$ のイットリア安定化ジルコニア (YSZ) 断熱膜を作製している。YSZ 膜の断熱性能は気孔率の増加に伴って上昇することが知られている²⁾。本研究の小松らはキレートフレイム法と回転治具、液体窒素を用いて SUS304 基板上に気孔率 71%、膜厚 37 μm 程度の多孔質 Er_2O_3 膜の合成に成功している³⁾。厚膜中にスプラッシュ状の粒子が増加すると気孔率が上昇するとわかった。つまり、本手法を用いたアルミニウム合金への断熱コーティングが期待できる。本研究はキレートフレイム法と回転治具、冷却剤液窒素を用いてアルミニウム合金上に Er_2O_3 と Y_2O_3 厚膜を堆積し、結晶構造と微細構造および断熱性能を調査した。

【実験方法】エルビウムとイットリアを担持した EDTA 金属錯体、EDTA・Er・H と EDTA・Y・H 原料粉体を原料粉体供給装置(5MPE : Sulzer Metco 社製)に投入し、酸素、窒素をキャリアガスとしてスプレーガン(6P-II : Sulzer Metco)へ搬送し、アルミニウム合金 A5052 基板(50×50×10 mm³) を直径 220 mm の 12 面体の回転治具に取り付けて回転させ、マイクロメータで測定した堆積物の膜厚が 100 μm を超えるまで基板上に堆積させた。燃焼ガスに水素と酸素を選択し、スプレーガンからアルミニウム合金基板までの距離を 100、130、160 mm とした。回転治具の回転数は 90 rpm、供給量は 10 g/min、20 g/min でそれぞれ堆積させた。得られた試料を 400 $^{\circ}\text{C}$ に熱したホットプレート上に乗せ、K 熱電対を用いて堆積物表面の温度上昇曲線を測定した。ホットプレート側と試料の裏側の温度が安定する領域における温度差を断熱性能 ΔT と定義した。堆積物の結晶構造を X 線回折(XRD)法を用いてそれぞれ評価した。表面及び断面の微細構造を電界放射形走査電子顕微鏡 (FE-SEM) 法、断面方向の元素分布を FE-SEM に搭載されたエネルギー分散型 X 線分析 (EDX) 装置を用いて調査した。

【結果・考察】各 A5052 基板上に桃色、白色の堆積物を確認した。XRD 法により、各基板上の堆積物は立方晶系 Er_2O_3 (ICDD : 00-008-0050) 及び単斜晶系 Er_2O_3 (ICDD : 01-077-6226)、立方晶系 Y_2O_3 (ICDD : 00-041-1105) で同定することができた。液体窒素で作製した各堆積物の断面 SEM 像を Fig.1 に示す。断面像により、堆積物中に各サイズ(1-42 μm 程度)の気孔を観察した。この断面像から、Sample a と Sample b の 2 次元気孔率(%) と膜厚(μm)はそれぞれ、22, 33 と 149, 128 と算出された。作製した Sample a と b の温度プロファイルを図 2 に示す。 ΔT ($^{\circ}\text{C}$) はそれぞれ、28 と 37 を測定した。気孔率が高いと温度上昇が低い傾向にあることを確認した。以上の結果から、アルミニウム合金上に断熱コーティングを合成できたと考えられる。

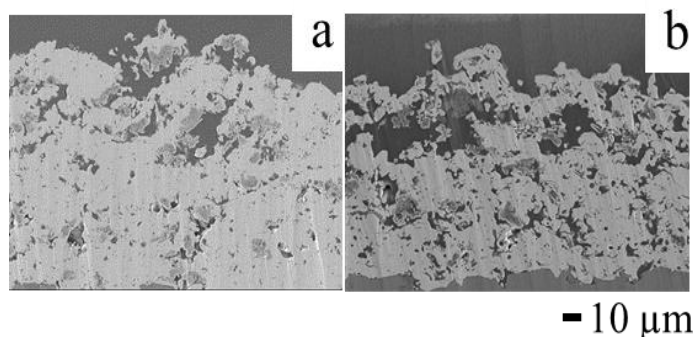


Fig.1. アルミ合金基板上に作製した
酸化物膜の断面像, a: Er_2O_3 膜, b: Y_2O_3 膜.

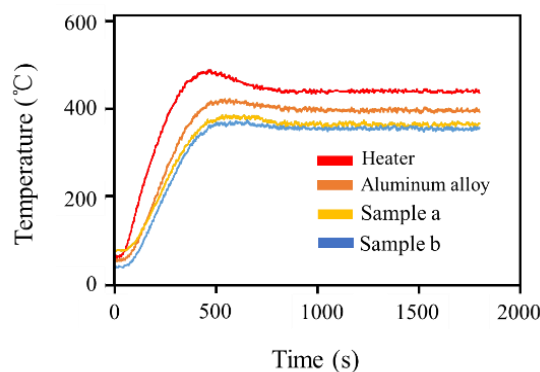


Fig.2. 測定したサンプルの温度プロファイル,
Sample a: Er_2O_3 膜, Sample b: Y_2O_3 膜.

1). M.Rezvani Rad et al., *Ceramics International*, **40**, 15925-15940 (2014).

2). Reza Ghasemi et al., *Ceramics International*, **43**, 8556-8563 (2017).

3). Keiji Komatsu et al., *Journal of Thermal Spray Technology*, **26**, 195-202 (2017).