

FeCrAl合金が形成するAl-rich酸化被膜による 液体ブランケットのMHD圧力損失抑制効果に関する研究 Suppression of MHD pressure drop by Al-rich oxide layer on FeCrAl alloys in liquid breeder blanket

西尾龍乃介¹, 畑山奨¹, 田中照也², 大野直子³, 近藤正聡¹

NISHIO Ryunosuke¹, HATAKEYAMA Susumu¹, TANAKA Teruya², OONO Naoko³,
KONDO Masatoshi¹

1. 東工大, 2. 核融合研, 3. 横浜国大

1. Tokyo Tech, 2. NIFS, 3. Yokohama National Univ.

1. 緒言

液体リチウム鉛合金をトリチウム増殖材とする液体ブランケットでは、流路面を電氣的に絶縁することによるMHD圧力損失の抑制が検討されている。FeCrAl合金は、その優れた耐食性から核融合炉内液体金属機器の構造材料の候補とされている。この材料は1273 K程度の大気下で予備酸化処理を行うことにより α -Al₂O₃酸化被膜を形成する事がわかっている。予備酸化処理後のFeCrAl合金を流路内側にインサージョンとして設置、Al-rich酸化被膜を絶縁被覆として機能させることができれば、腐食に加えてMHD圧力損失も抑制することができる。本研究の目的はFeCrAl合金上に形成させたAl-rich酸化被膜によるMHD圧力損失抑制効果を明らかにすることである。

2. α -Al₂O₃酸化被膜の導電率測定

FeCrAl合金であるKanthal® APMT (Fe-21Cr-5Al), NF12 (Fe-12Cr-6Al), SP10 (Fe-14Cr-7Al) に対して1273 K及び1373 Kの大気中における予備酸化処理(10時間)を行い、試験片表面に厚さ0.7~2.6 μ mの α -Al₂O₃酸化被膜を形成させた。その後Ptスパッタコートにより酸化被膜上に直径1.2 mmのPt電極を形成した。図1に1273 Kで予備酸化処理を行ったSP10の電極部断面のFIB-SEM画像を示す。Pt電極下に平滑で緻密な α -Al₂O₃酸化被膜が確認された。大気雰囲気下での二端子測定法により電極直下の酸化被膜の導電率を室温から1073 Kの温度範囲で測定した。図2に導電率の測定結果を示す。 α -Al₂O₃酸化被膜は液体ブランケットの運用される高温域においても高い電気絶縁性能を示すことがわかった。

3. 酸化被膜の電気絶縁性によるMHD圧力損失抑制効果のシミュレーション計算

10 Tの一樣磁場下で矩形路をリチウム鉛合金が流れる条件を想定し、予備酸化処理により形成しう

厚さ1 μ mの α -Al₂O₃酸化被膜の流路内面に設置した場合のシミュレーション計算を、図3(a)に示す矩形路モデルを用いて汎用三次元熱流体解析システムSTREAMにより行った。図3(b)に α -Al₂O₃酸化被膜の有無による流路断面の電流密度の様子を示す。酸化被膜が矩形路と流体を電氣的に絶縁し、誘導電流が管内を流れるのを抑制することにより、酸化被膜を設置しない場合に比べてMHD圧力損失を95%以上低減できることを明らかにした。

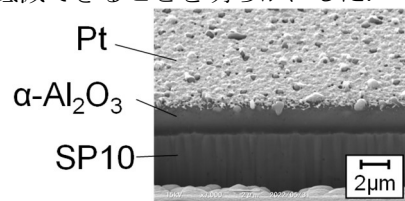


図1 1273 Kで予備酸化処理を行ったSP10の電極部断面のFIB-SEM画像

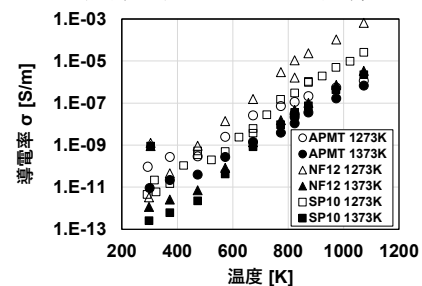


図2 α -Al₂O₃酸化被膜の導電率測定結果

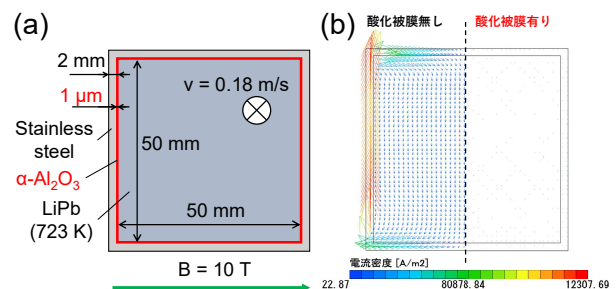


図3 (a) 矩形路モデルの流路断面図

(b) 流路断面の電流密度のシミュレーション結果