

(502) アルミ酸化物を被覆した Inconel 617 の不純ヘリウム中での腐食挙動

金属材料技術研究所

坂井 義和 四竈 樹男  
岡田 雅年

1. 緒言

ヘリウム冷却高温ガス炉 (HTGR) の熱交換器に使用される耐熱超合金の不純ヘリウム雰囲気中での耐食性向上の目的で、著者らは前報で、Inconel 617 表面に活性化 R.F. マグネトロンスパッタ法により  $\text{SiO}_2$  被覆を施した。その結果耐食性が  $900^\circ\text{C}$  では著しく向上したが、 $1000^\circ\text{C}$  では、被覆膜と基材 Inconel 617 との反応により、耐食性は時間と共に低下することを明らかにした。本報告では  $\text{SiO}_2$  より高温度及び低酸化ポテンシャル中で安定であるアルミ酸化物を前回と同様に、Inconel 617 表面に被覆し、その不純ヘリウム中での耐食性について検討した。

Table 1. Chemical composition and thickness of sputtered films.

2. 実験方法

O <sub>2</sub> content in sputter gas (%)	Composition of sputtered films	Thickness of sputtered films (μm)
0	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 25% Al, 75%	3.5
1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 50% Al, 50%	3.0
3	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 100%	2.6
5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 100%	2.6
10	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 100%	2.6
15	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 100%	2.0
20	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 100%	2.0
30	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 100%	2.0

用いたヘリウム雰囲気中の不純物濃度は、 $\text{H}_2: 300$ ,  $\text{CO}: 100$ ,  $\text{CH}_4: 15$ ,  $\text{CO}_2: 1$  (ppm) である。試料寸法は  $35 \times 14 \times 3$  mm の短冊状でその全面に活性化マグネトロンスパッタ法によりアルミ酸化物被覆を行った。スパッタ作動ガスは  $20 \text{ Pa}$  の  $\text{Ar} + Y \text{ vol}\% \text{O}_2$  ( $0 \leq Y \leq 30$ ) で、R.F. 入力は  $1 \text{ kW}$  とした。スパッタターゲットには純度  $99.99\%$  のアルミ片を用いた。被覆中、Inconel 617 試料は接地電位におき、温度は  $300 \sim 350^\circ\text{C}$  に保持した。蒸着速度は作動ガス中の酸素濃度に依存するが約  $0.5 \sim 1 \mu\text{m/h}$  である。被覆した試料を、 $50 \text{ cc/min} \cdot \text{cm}^2$  の流速のゲージ圧  $0.4 \text{ kg/cm}^2$  の不純ヘリウム中で  $1000^\circ\text{C}$ ,  $200 \text{ h}$  腐食試験を行った。

3. 実験結果

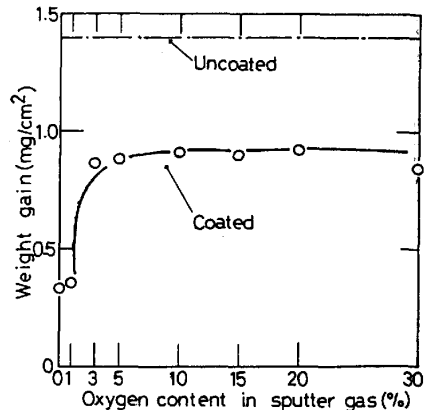


Fig. 1. Weight gain during 200h corrosion test in impure helium at  $1000^\circ\text{C}$ .

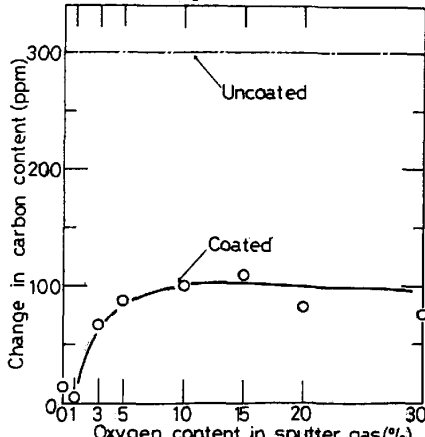


Fig. 2. Increment of carbon content during 200h corrosion test in impure helium at  $1000^\circ\text{C}$ .

Table 1 に被覆膜の組成及び膜厚を示す。被覆膜の組成はスパッタガス中の酸素濃度によって異なり、酸素濃度が 0 及び 1% の場合、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  と  $\text{Al}$  の混合の組成の膜ができ、酸素濃度 3% 以上では  $\text{Al}_2\text{O}_3$  単体の膜ができた。いずれも非晶質である。Fig. 1 及び Fig. 2 に腐食試験後の重量変化及び炭素濃度変化を示す。被覆材は非被覆材と比較して耐酸化性及び耐浸炭性が優れているのが解る。アルミ酸化物被覆の場合は  $\text{SiO}_2$  被覆で認められたような、被覆膜と基材との反応が起きない長所があるが、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  単体組成の被覆膜はいずれの場合も腐食中に割れを生じ、その割れを通して酸化、浸炭が進行する欠点がある。一方、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  と  $\text{Al}$  の混合組成の被覆膜の場合は  $\text{Al}_2\text{O}_3$  被覆の場合の欠点である被覆膜の割れが発生せず、耐酸化及び耐浸炭の効果も Fig. 1 及び Fig. 2 に示すように、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  被覆よりはるかに有効であることが解る。

参考文献

- (1) 坂井, 四竈, 田辺, 鈴木: 鉄と鋼, 71 (1985) 10, P1375
- (2) 坂井, 四竈, 岡田: 鉄と鋼, 70 (1984), S1301