

1873–2273 K での溶融 Cr-Si-C および Fe-Si-C 合金の相互拡散係数

Interdiffusion Coefficient of molten Cr-Si-C and Fe-Si-C alloys at 1873 – 2273 K

東北大多元研¹, 東大生研² °川西 咲子¹, 柴田 浩幸¹, 吉川 健²Tohoku Univ.¹, The Univ. Tokyo², °Sakiko Kawanishi¹, Hiroyuki Shibata¹, Takeshi Yoshikawa²

E-mail: s-kawa@tohoku.ac.jp

緒言 著者らは Fe や Cr を溶媒成分に用いた SiC の溶液成長が境界での物質移動に律速されることを明らかにした[1]。安定界面を維持しつつ高速成長を目指すためには、成長界面近傍での溶質の輸送環境の制御が重要であるが、物性値の不足により精確なシミュレーションもなされていない。そこで本報では、SiC 飽和の Cr-Si-C および Fe-Si-C 溶液の相互拡散係数を測定した結果を報告する。

実験方法 TGZM (Temperature Gradient Zone Melting)法に則り、2 枚の 4H-SiC{0001}基板間に薄い Cr-Si-C もしくは Fe-Si-C 溶液を温度勾配下にて保持し、SiC の溶液成長を実施した。溶媒組成は 100%Cr および Fe-50 mol%Si とし、Ar 雰囲気にて 1873–2273 K で 1–24 時間保持した際の成長速度を調査した。

実験結果 Fig. 1 に各溶媒での成長速度の温度依存性を示す。成長速度は温度の上昇に伴い増大し、Cr 系では 15–370 $\mu\text{m}/\text{h}$ 、Fe 系では 4–170 $\mu\text{m}/\text{h}$ であった。また、成長速度は SiC 基板のオフ角度や面極性、成長結晶のポリタイプおよび液膜厚みに依存しなかったため、拡散支配下での成長であった。定常拡散律速の場合の流束 J_i は以下の Fick の第一法則により示される。

$$J_i = -v(C_i^{\text{solid}} - C_i^{\text{liq}}) = -D^{liq} \frac{\partial C_i^{\text{liq}}}{\partial x} = -D^{liq} m G^{liq} \quad (1)$$

ただし、 v は成長速度、 C_i^{solid} および C_i^{liq} は結晶および溶液中での i 成分の濃度、 D^{liq} は相互拡散係数、 $\partial C_i^{\text{liq}} / \partial x$ は濃度勾配、 m は液相線勾配、 G^{liq} は溶液内温度勾配である。これを用いて Cr-SiC および (Fe-50 mol%Si)-SiC の各擬二元系における SiC 飽和溶液での相互拡散係数 D^{liq} を評価した。なお、 G^{liq} は溶液の高温物性値を用いた熱流体計算により求めた。また、液相線勾配は、Cr 系では実測値[2] を、Fe 系では擬化学モデルによる熱力学予測値を用いた。Fig. 2 に各系で得た相互拡散係数の温度依存性を示す。いずれの系でも温度の上昇に伴い拡散係数は増加し、1873–2273 K では 10^{-8} – 10^{-7} m^2/s 程度であった。温度域は異なるものの、他の炭素を含む系[3,4]と概ね傾向は一致した。以上、溶液成長時の界面近傍での溶質濃度分布を把握する上で不可欠な相互拡散係数が得られた。

参考文献

- [1] Narumi et al., J. Cryst. Growth 408 (2014), 25. [2] Miyasaka et al., J. Cryst. Growth 460 (2017), 23.
[3] Wanibe et al., Trans. ISIJ 22 (1982), 560. [4] 斎藤ら, 東北大学選研彙報 16 (1960), 15.

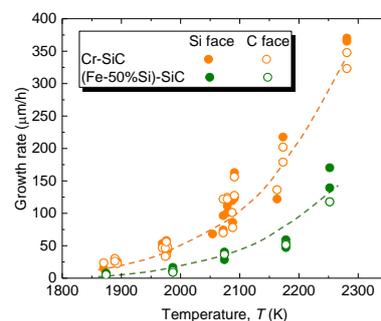


Fig. 1 Temperature dependence of growth rate of SiC by TGZM method.

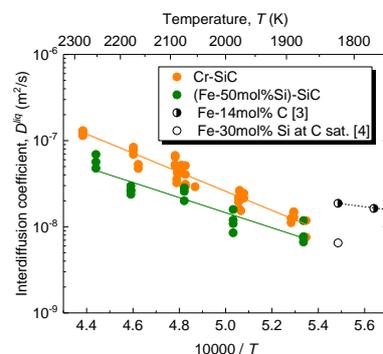


Fig. 2 Interdiffusion coefficient of SiC saturated Cr-Si-C and Fe-Si-C solutions together with reported values [3,4].