

シリコン-マグネシウム複合フィラーを用いて接合した高温用途向け窒化ケイ素接合体の界面微細組織解析と強度評価

(原題 : Interfacial microstructure characterization and strength evaluation of $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Si}_3\text{N}_4$ joints with Si-Mg composite filler for high-temperature applications)

金属系チーム 小濱 和之

要 旨

本研究は、シリコン (Si) とマグネシウム (Mg) を含有する複合フィラーを用いたセラミックス接合法の提案である。接合部に生成した Si-Mg 液相から Mg が蒸発することで、等温凝固によって固相 Si 層が形成され、接合体が得られる。この原理により、Si の融点 (約 1400°C) よりも低い温度で接合しやすく、かつ、接合後には接合温度より高い温度でもフィラーは融けなくなる。本報では、Mg 含有量 (X_{Mg}) を 0 ~ 59 at. % と変化させた Si-Mg 複合フィラーを用いて、窒化ケイ素 (Si_3N_4) を 1100°C・10 分間・真空中保持で接合した。上記原理に基づき、Si 層を介した Si_3N_4 接合体が得られた。一部の Mg は Si_3N_4 と反応して Si 層と Si_3N_4 母材の間に MgSiN_2 微細結晶層を形成し、強固な結合に寄与していた。Si 層中には直径 100 nm を超える比較的粗大な MgO 粒子と、10 nm 未満の微細な MgO 粒子が形成されていた。1100°C での Si-Mg 液相組成である約 37 at. % よりも X_{Mg} が大きい場合、緻密で薄い Si 層が形成され、 X_{Mg} の増大とともに室温での接合部の引張強度は増大した。透過型電子顕微鏡による解析から、 X_{Mg} が増大すると、Si 層中の MgO 粒子がネットワーク状に結合し、それにより Si 層の破壊強度が向上すると結論付けられた。室温で高強度であった Si_3N_4 接合体について、大気中 1200°C で 3 点曲げ試験を行った結果、最大 200 MPa 程の破壊応力であったことから、接合温度より少なくとも 100°C 以上高い温度かつ酸化雰囲気中で使用できる可能性を示した。

(本研究は JSPS 科研費 JP18K04726 の助成を受けたものである。)

(本研究は Ceramics International, Volume 47, Issue 16, 22424-22434 (2021). にて発表した。)

(<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.04.252>)