

不対電子の水素終端による多結晶SiCの耐食性向上 Improvement of Corrosion Resistance of Polycrystalline SiC by Hydrogen Termination of Unpaired Electrons

関航太郎¹, 近藤創介¹, 佐藤紘一², 笠田竜太¹
Kotaro Seki, Sosuke Kondo, Koichi Sato, Ryuta Kasada

1 東北大学, 2 鹿児島大学
1 Tohoku University, 2 Kagoshima University

【背景】炭化ケイ素(SiC)は高温でも強度低下が少なく、使用後の放射化レベルが低い等が知られており、核融合炉ブランケット構造・機能材としてSiCおよびその複合材料を利用することが検討されている。しかし、様々な冷媒下で照射加速腐食が報告されており、加速機構だけでなく、未照射SiCの腐食機構さえほとんど解明されていない。本研究では、高温高压水を例にとり、SiCの腐食メカニズムを解明することを目的とした。

【実験方法】化学気相蒸着法で製作した多結晶SiCを試料とした。水素曝露は500~1000℃の温度、10時間、水素圧力1 MPaの条件で行った。水素曝露SiC試料と受け取りまま材のSiC試料に、電子スピン共鳴 (ESR) 測定 (室温) とオートクレーブ試験 (360℃, 19MPa, 350時間、溶存酸素8ppmの高温水中) を実施し、水素曝露条件との相関を調べた。

【結果】ESRの結果、600℃以上での水素曝露によって水素曝露前と比較して不対電子密度が20%程度減少することが示された。特に曝露温度600℃と800℃の試料では28%減少と減少率が最大であった。

図1は、オートクレーブ試験前後の試料表面を示している。試験後は腐食ピットと考えられる白い斑点が腐食前より多く観察できる。重量変化が極めてわずかであったため、本研究ではピット投影面積の増分を腐食量と仮定した。腐食量の抑制率 (1式) は水素曝露温度600、800、900で、それぞれ3、36、51%となり、900℃での水素曝露が最も腐食を抑制できた (表1)。

$$(\text{腐食抑制率}) = 100 \times \left(\frac{A_{AR} - A_{deg}}{A_{AR}} \right) \quad (1)$$

ここで、 A_{AR} は受け取りまま材のピット投影面積、 A_{deg} は各水素曝露条件でのピット投影面積である。

これらの結果から、不対電子密度を減少させることで、SiCの腐食を抑制できる可能性が示された。一方で、最も効果的に不対電子密度を減少さ

せた曝露温度と、最も腐食抑制率が高かった曝露温度が一致しないことから、不対電子の密度と腐食速度に単純な線形関係でない可能性が考えられる。発表では、腐食が不対電子の種類に依存する可能性についても議論する。

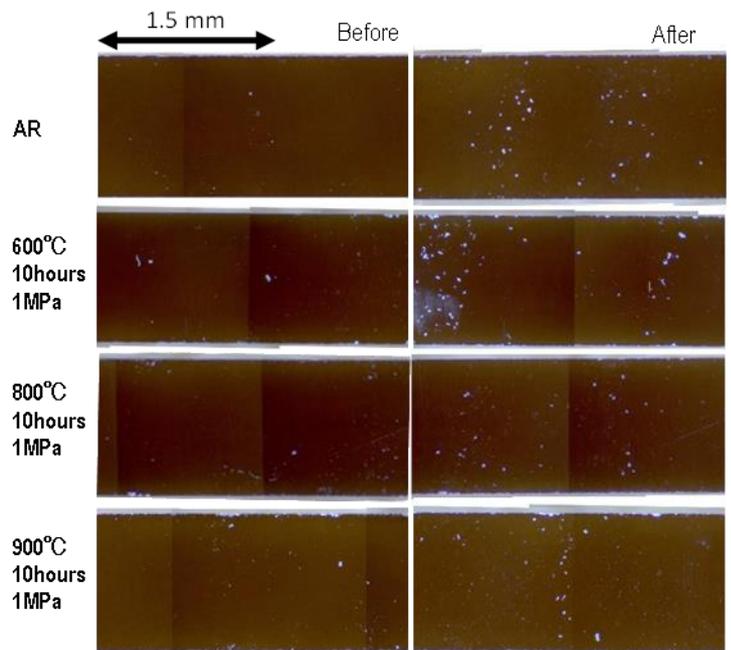


図1. 水素曝露温度の相違による腐食試験前後の表面変化

表1. 各水素曝露条件での不対電子密度減少率及び腐食量抑制率

水素曝露条件	不対電子密度の減少率 [%]	腐食量の抑制率 [%]
500℃, 10時間, 1MPa	7	
600℃, 10時間, 1MPa	28	3
700℃, 10時間, 1MPa	22	
800℃, 10時間, 1MPa	28	36
900℃, 10時間, 1MPa	20	51
1000℃, 10時間, 1MPa	20	