

HIP 法による W/V/Au/ODS-Cu 接合の開発研究

Development of high strength W/V/Au/ODS-Cu joint using HIP process

*能登 裕之¹, 山田 哲也², 菱沼 良光¹, 室賀 健夫¹

¹核融合科学研究所, ²名古屋大学大学院

本研究では、W と Cu 合金の接合法として、バナジウムと(V)と金(Au)の二層中間材を用いた二段階拡散接合法を提案した。この Au 中間層の厚さを制御することにより、接合後 V/Cu 界面における Au の残留を抑制した。また界面形状を観察した結果、液相-固相反応と考えられる凹凸のある界面を得た。

キーワード：タングステン, 分散強化銅, 拡散接合,

1. 緒言 核融合炉材料研究において、熱・および粒子の排気機能を担うダイバータの開発研究が非常に重要な位置づけとなっている。特に高いプラズマ対向特性や除熱性を兼ね備えたダイバータの開発が求められている。そのプラズマ対向材料(PFM)として注目されているのがタングステン(W)材料である。W は高融点を有し、耐スパッタリング性を示すなど PFM としての特徴を持っている。また、ヒートシンク材料として期待されているのが銅(Cu)合金である。銅合金は高い熱伝導性を持ち、近年の研究では、分散強化法を施し高強度化にも成功している。ゆえにこれらを組み合わせたダイバータの設計が候補として挙げられており、接合技術が必要不可欠な研究とされている。しかしながら W/Cu は互いにほとんど固溶せず、非常に大きな熱膨張差を持っている。これは相互拡散による高強度な接合界面をつくるのが困難なことを示しており、大きな熱膨張差は接合後に割れを引き起こす熱応力を発生させる懸念がある。このような理由からこれまで、濡れ性により密着性を図ったろう付け接合が検討されてきたが、ダイバータ設計の猶予に限りがあった。そこで本研究では、融点の異なる二層の新規中間材を使用し、二段階で拡散接合を施すことにより W/Cu 接合のさらなる高性能化を目的とした。

2. 実験 本研究では、母材となる W と Cu 合金をそれぞれ、結晶粒配向性が接合に影響を与えない等方結晶粒を有する W(S-TUN：日本タングステン社)と内部酸化法により製造された DS-Cu(GLIDCOP®:North American Höganäs High Alloys)を用いた。これらの弾性的熱応力緩和中間材として、純バナジウム(V)を配置し、V/DS-Cu との接合のために物理蒸着法(PVD)による Au 中間層(700nm)を用い接合を行った。V は W,Cu に対し固溶限を持ち、熱伝導特性、塑性変形能にも優れており、高温熱変動下のダイバータに適応できると考えた。その接合順として、初めに拡散接合を考慮し、W/V を 1250°C10MPa において 1 時間保持し固相拡散接合を行った。その後 V 面を研磨・清浄化し、アルゴン下の熱間等方圧加圧(HIP)法を用いて、950°C 150MPa において 1 時間保持し、S-TUN/V/PVD-Au/Grid Cop の液相固相反応接合を試みた。得られた接合材については超微小曲げ試験により各界面の降伏および破壊強度を評価した。

3. 結果・考察 接合界面を観察した結果、W/V では欠損は見られず滑らかな界面が見られた。一方で V/Cu 界面において、PVD-Au を用いることにより凹凸のある界面が観察された。これは PVD-Au を用いたことによる、銅合金の等温溶解・凝固プロセスに起因するものであると考えられる。また接合後の界面近傍において Au 元素の残留は見られず、均質化過程が十分に行われたと考えられる。また機械的特性を評価した結果、各界面においても PVD-Au を用いたほうが高い強度を示し、最も弱く破壊起点となった W 内部に関しても、従来のろう付け接合を超える破壊強度を示した。

*Hiroyuki Noto¹, Tetsuya Yamada², Yoshimitsu Hishinuma¹, and Takeo Muroga¹

¹National Institute for Fusion Science, ²Nagoya Univ.