

(株)東芝 重電技術研究所 ○高橋雅士 伊藤義康

宮崎松生 柏谷英夫

(株)東芝 京浜事業所

若林邦朗 池田三郎

Development of W/Cu gradient material by sintering-infiltration technique
by Masashi TAKAHASHI, Yoshiyasu ITOH, Matsuo MIYAZAKI,
Hideo KASHIWAYA, Kunio WAKABAYASHI and Saburou IKEDA

1. 緒言

傾斜機能材料は、一つの材料の一方から他方にかけて、組成を連続的に変化(傾斜)させた複合材料である。近年、熱的に厳しい環境下で使用せざるを得ない航空宇宙や原子力などの分野において、熱応力緩和のための新しい材料としてその開発が進められている¹⁾²⁾。

一方、W/Cu傾斜組成材料は、プラズマや電子ビームなど、一方向から大きな熱負荷を受ける受熱板材料として開発しているものである。材料系は、受熱板材料に必要な耐熱性と熱伝導性を、それぞれW、Cuに受け持たせることを目的に選択し、同時に、この二つの材料間を傾斜組成化することにより、熱膨張係数の違いによって生じる熱応力を緩和させている。著者らは、このW/Cu傾斜組成材料を創製するために、焼結溶浸プロセスという新しい製造プロセスを開発した。本研究では、この新プロセスにより創製したW/Cu傾斜組成材料に対して、電子ビーム照射による熱負荷試験を実施し、目標特性 15MW/m^2 級受熱板の性能評価を行ったので報告する。

2. W/Cu傾斜組成材料の創製

Fig.1に、W/Cu傾斜組成材料を創製するために開発した焼結溶浸プロセスを示す。本プロセスは、大きく二つに分けられる。すなわち、気孔率が傾斜したW焼結体(スケルトン)を作製する工程と、その気孔中にCuを溶浸する工程である。この気孔率が傾斜したW焼結体は、Fig.2に示すように、W焼結体の相対密度がW原料粉末の粒度に大きく依存することを利用し、粒度を徐々に変えながら積層したW粉末を一体成形・焼結することにより作製した。一方、W焼結体の気孔中へのCuの溶浸は、小さな開気孔中へも確実にCuを溶浸させるために、 1250°C 、 98MPa の条件でHIP溶浸した。また、Cuが溶浸しないために熱抵抗となる閉気孔は、Cu溶浸前にカプセルフリーHIPにより除去した。

このようにして作製したW/Cu傾斜組成材料の断面組織の一例をFig.3に示す。本材料の組

溶接学会全国大会講演概要 第50集('92-4)

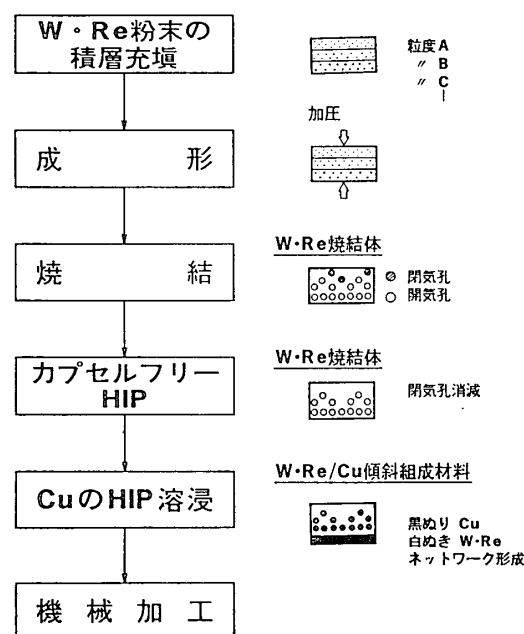


Fig.1 Sintering-infiltration technique for fabricating W/Cu gradient material

織的な特徴は、表面の W 層から冷却面の Cu までは 5 層 (2mm ピッチ) 構造で階段状に変化している。また、W 焼結体の Cu 溶浸により創製したことから、W と Cu がネットワーク構造となっていることである。

3. 試験方法

本 W/Cu 傾斜組成材料の受熱特性を明らかにするために、電子ビーム照射試験を実施した。供試材としては、25×50×18mm³ で W/Cu 7 層構造傾斜組成体を Cu パイプにろう付接合したものをを用い、W-Re 熱電対により、受熱面側から 4mm おきに 3 か所の温度測定を行った。一方、加熱源としては、50kW リニア式電子ビーム装置 (東芝製) を用いた。電子ビームの照射範囲は 15×50mm 角とし、加速電圧が 15kV 一定で、加速電流を変えることにより、入熱量を 5.0、7.5、9.2、12.0、14.8MW/m² の 5 条件変化させた。また、照射時間は 40sec 一定とし、これにより、定常状態となることを確認している。

4. 試験結果

入熱量を種々変化させた時の各点の温度測定結果と、その温度から求めた受熱面表面温度の推定値を Fig. 4 に示す。図から明らかなように、入熱量と温度とは、低入熱側では線形関係を示した。ただし、入熱量が高い領域においては、温度上昇傾向が顕著となる。これは、材料の温度上昇による熱伝導率の低下や冷却水への熱伝達の低下などが原因と推察される。一方、受熱面表面の温度は、14.8MW/m² 入熱時において、約 850℃ だった。この値は、W の融点の 3380℃ から見れば、まだかなり裕度がある。また、試験後において、実用上問題となるようなクラックの発生などは認められず、本材料が、15MW/m² 級の熱負荷用受熱板材料として有効なことが確認できた。

5. 参考文献

- 1) 新野他：日本複合学会誌、16-1、(1990).
- 2) 高橋他：第 4 回傾斜機能材料シンポジウム.

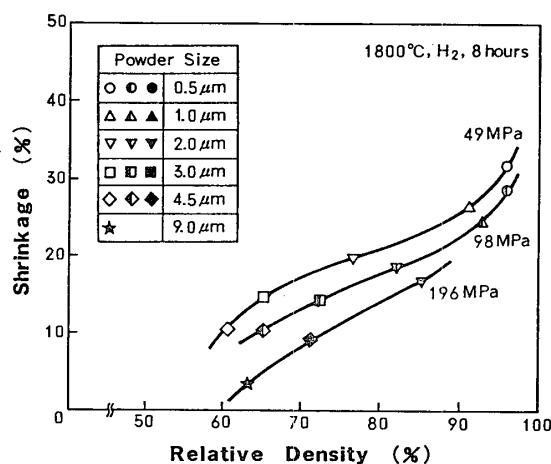


Fig. 2 Relative density of W sinterings by various W powders

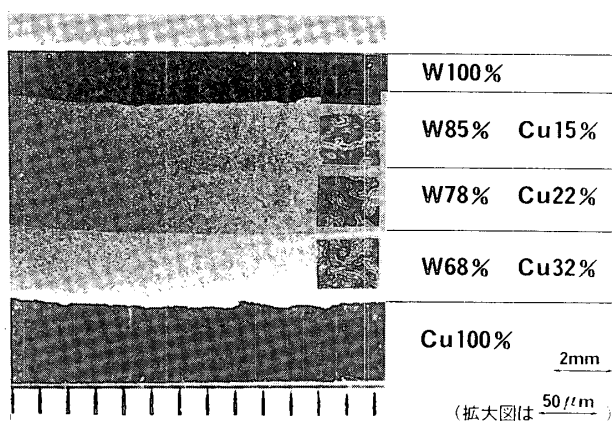


Fig. 3 Microstructure of W/cu gradient material

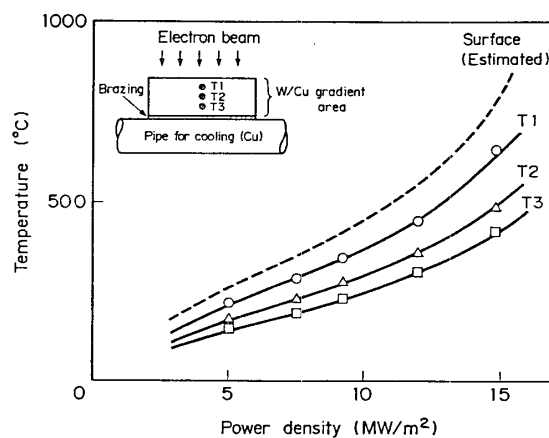


Fig. 4 Relation between EB power density and temperature