

株式会社 高田工業所 技術開発部
福岡県工業技術センター

○中 野 光 一
中 村 憲 和

Study about strength evaluation of diffusion bonding
between molybdenum and copper
by Kouichi Nakano and Norikazu Nakamura

1. 緒言

モリブデンと銅は、融点および熱膨張係数の差が大きく、それらの接合には一般に通常の溶融溶接は行なわれず、金やニッケルをろう材として用いたろう付けや機械的接合が行なわれてきた¹⁾。本研究では、モリブデンと銅の拡散接合部の強度を検討・評価する為に銅をインサート材として用いてモリブデンの拡散接合を行ない、接合部のミクロ観察、X線分析および引張試験を行ないながら静的強度を確認するとともに、回転曲げ疲労試験をおこない、その動的強度を検討した。

2. 実験方法

供試材は、JIS H4482-VMBeモリブデン(99.98%)の丸棒(φ10, φ13, L40mm)とし、無酸素銅の箔(20μm, 99.98%)をインサート材として用いた。拡散接合は、 3×10^{-3} Paの真空度のもとで行ない、昇温速度は700K/Hr, 保持時間は3.6Ksとした。接合条件は、接合温度を1023K, 1123K, および1223Kの3条件とし、接合圧力を50MPa, 100MPa, および150MPaの3条件とした。接合部試料の断面の組織を光学顕微鏡にて観察するとともに、SEM観察およびEPMAによる面分析・線分析を行なった。引張試験は、Fig. 1に示す試験片を用いて行ない、インサート材近傍に歪ゲージを取付け、オートグラフ引張試験機により荷重および歪を測定した。クロスヘッド速度は、0.25mm/min.とした。回転曲げ疲労試験は、Fig. 2に示す試験片を用いて行ない、破断した試料については、マクロ的な破面観察を行なった。

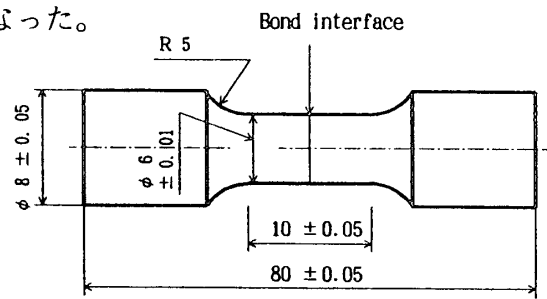


Fig.1 Tensile test specimen

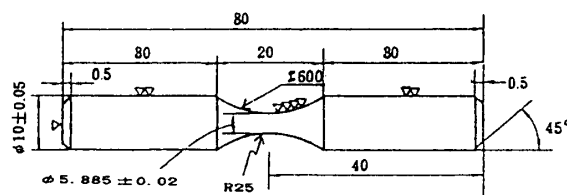


Fig.2 Rotating bending fatigue test specimen

3. 実験結果および考察

マクロ・ミクロ観察の結果、接合界面にはボイドおよびその他の未接合部は観察されずまた、状態図からも明らかなように合金層や金属間化合物等も特に認められなかった。EPMAによる面分析・線分析の結果からは、モリブデンの銅側への拡散は確認されなかつ

たが、銅のモリブデン側への拡散は確認された。

N. F. Kazakov は、モリブデンと銅を直接拡散接合した場合、気密性は良いが高温安定性に劣る為、熱応力緩

衝材としてニッケルをインサートした方が良いと提案したが²⁾、橋本らは、常温における静的強度は、接合部の剪断試験により、ニッケルインサートよりも銅インサートの方が高くなる事を示した³⁾。本研究においてもモリブデンの再結晶温度(約1500K)よりも低い温度域で拡散接合を行ない、常温における引張試験により接合強度を評価した。Fig.3 およびFig.4 に示すように、接合圧力150MPa、接合温度1123K のとき接合部の引張強度は最も大きくなり、約570MPaであった。引張試験後の試料のマクロ的な

破面観察により、モリブデン側の母材破断が部分的に確認された。常温における接合部の動的強度を評価する為に行なった回転曲げ疲労試験により、接合部の疲労限は、約140MPaとなり、接合部の引張試験による接合強度の約1/3 の値を示した。また破断した試料のマクロ的な破面観察により、モリブデン側の母材破断が部分的に確認された。

4. 結言

モリブデンの銅側への拡散は確認されなかったが、銅のモリブデン側への拡散は確認する事ができた。接合圧力150MPa、接合温度1123K のとき接合部の引張強度は最も大きくなり、約 570MPa であった。また、回転曲げ疲労試験による接合部の疲労限は、約140MPaであり、接合部の引張試験による接合強度の約1/3 であった。

参 考 文 献

- 1) T.W.Eagar, The Physics of Welding Processes, Adv Technol Mater Process Eval, Vol. 1(1990), 11-16
- 2) N. F. Kazakov, Diffusion Bonding of Materials (English translation), Pergamon Press(1985), 164-165
- 3) 橋本, 田沼, モリブデンの拡散接合, 溶接学会誌Vol. 37(1968), No. 12, 57

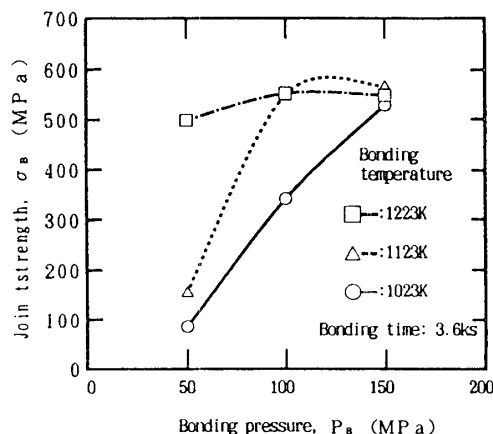


Fig.3 The relationship between bonding pressure and joint strength on diffusion bonds of molybdenum and copper

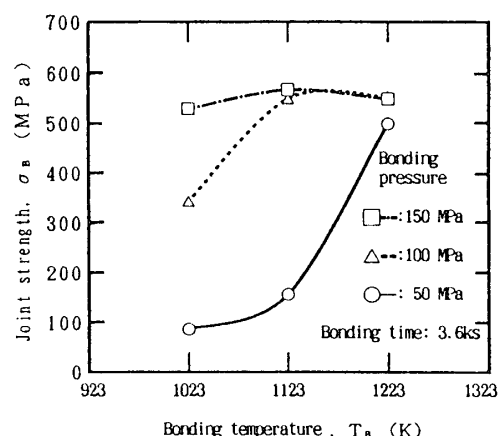


Fig.4 The relationship between bonding temperature and joint strength on diffusion bonds of molybdenum and copper

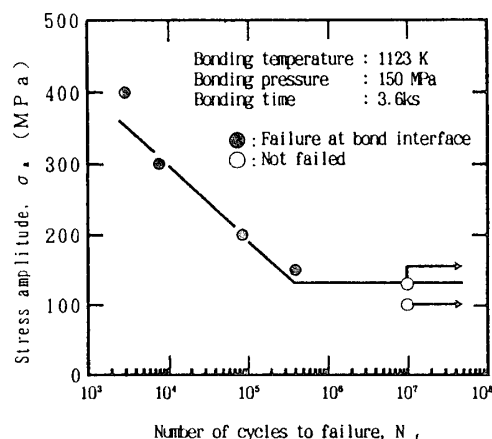


Fig.5 S-N curve on diffusion bonds between molybdenum and copper