

Bonding Mechanism During TLIM Diffusion Bonding for MA956 Alloy
Study on Transient Liquid Insert Metal Diffusion Bonding of
Oxide Dispersion Strengthened Alloy (Part 2)

by Yoshikuni NAKAO, Kenji SHINOZAKI and Manabu IZUMI

1. 緒言

前報¹⁾では、MA956に対して液相インサート金属拡散接合を行い、接合現象並びに接合継手の機械的性質について検討を行った。その結果、常温での継手強さに接合層と母材との間に形成された粒界が悪影響を及ぼすことが明かとなった。しかしながら、接合層と母材との間になぜ粒界ができるのか明確でなかった。そこで、本報告では液相インサート金属拡散接合過程における母材の溶解現象及び等温凝固現象について詳しく調べ、本合金における固相の成長機構について検討を行った。

2. 供試材料及び実験方法

使用したMA956並びにインサート金属IM-7の化学組成は前報¹⁾と同様である。

溶融したインサート金属による母材の溶解現象を調べるため、高温顕微鏡を用い直接観察を行った。すなわち、直径8mm、厚さ0.5mmの円盤状の試料に100 μ mの幅のスリットを入れ、その裏面に粉末状のインサート金属を置き、高温顕微鏡内にセットした。そして、0.13mPaに排気した後、電子ビームにより裏面のインサート金属を溶融させ、母材の溶解現象を観察した。なお、加熱速度は21K/s、観察倍率は400倍とした。さらに、等温凝固現象を調べるため、等温凝固中の試料を液体Sn中に急冷し、等温凝固中の組織を凍結させた。すなわち、約0.3mmのスリットに箔状のインサート金属を入れた10 \times 10 \times 10mmの試料をアルゴン雰囲気電気炉中にセットし、等温凝固中にすばやく液体Sn中に入れ急冷した。

3. 実験結果及び考察

Fig.1は、高温顕微鏡による母材の溶解過程の組織変化を示す。(a)に示すように母材の溶解にともない図中の矢印で示すような黒い介在物が接合層内に観察され、昇温にともない凝集し、固液界面及び接合層内を浮遊する傾向が認められる。冷却後この黒い介在物をEDXにて分析した結果、(b)に示すように、Yのピークが認められ、Y系の酸化物であることが予想された。これより、この介在物は母材の溶解時に母材中の Y_2O_3 が溶出したものと推察される。

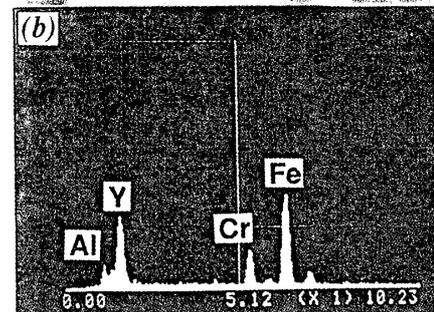
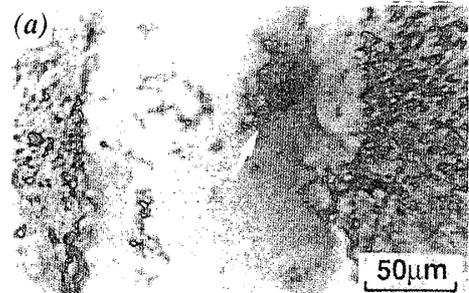


Fig.1 Microstructure at 1503K in the bonded interlayer during the dissolution process in the base metal.

(a) Inclusion
(b) EDX results of inclusion

Fig.2は、等温保持中の接合層の液相幅の変化を示している。液相幅は時間の平方根に対して直線的に減少しており、マクロ的には、従来の等温凝固理論にしたがい、インサート金属中の融点降下元素の拡散に律速されて固液界面が進行し、固相が成長するものと思われる。一方、Fig.3は、1523及び1573Kにおいて、等温凝固により成長した固相の幅の時間変化を示す。固相の幅はいずれの温度においても時間の経過とともに放物線的に大きくなる。すなわち、等温凝固により、固相は、液相側への成長と同時に固液界面に平行な方向にも大きく成長することがわかる。これより、本合金では等温凝固時の固相は母材からエピタキシャル成長していないものと考えられる。

Fig.4は、液相インサート金属拡散接合過程並びに等温凝固後の接合層内の粒界移動過程を模式的に示した図である。Fig.4(a)及び(b)は、母材の溶解過程を示す。インサート金属が溶融すると母材の一部が溶融し、母材に含まれる Y_2O_3 や Al_2O_3 などの酸化物は、固液界面に溶出され、これらが凝集して固液界面付近や、一部は溶融したインサート金属中に浮遊する。母材の溶融過程が終了し、等温凝固過程に入るとFig.4(c)及び(d)に示すように、液相内や固液界面の液相側に凝集していた酸化物が核となり固液界面や液相内で固相が生成する。したがって、このとき固液界面に生成した固相と母材との間には粒界が存在することになる。また、接合層内では酸化物が少ないため、等温凝固後Fig.4(e)及び(f)にみられるように容易に粒界移動が起こり、最終的には母材と接合層との間のみ粒界が残ることになる。以上のような機構によりMA956では等温凝固後の接合継手において母材と接合層との間に粒界が形成されるものと考えられた。

(参考文献)

- 1) 中尾ら：溶接学会全国大会講演概要，第47集(1990)，p.206

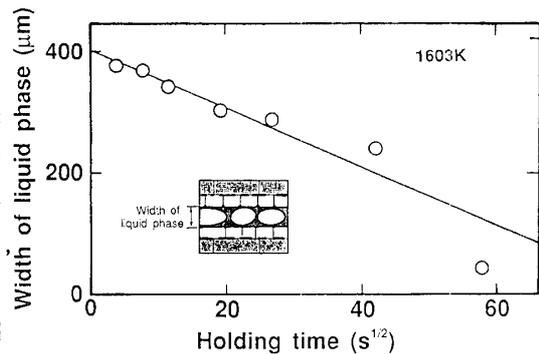


Fig.2 Relation between the width of the liquid phase and holding time at 1603K.

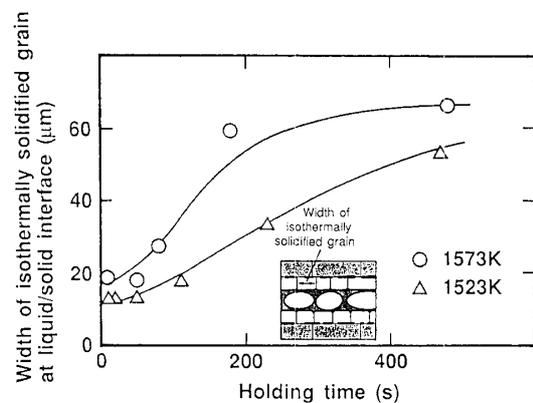


Fig.3 Relation between the width of isothermally solidified grain and holding time at 1523 and 1573K.

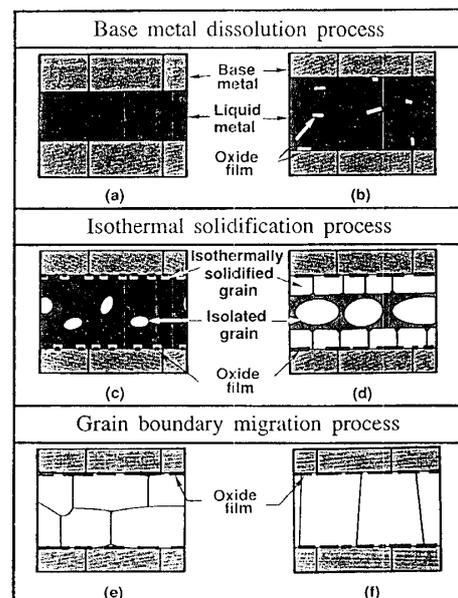


Fig.4 Schematic illustration of TLIM diffusion bonding mechanism for MA956 alloy.