

异种材料连接基础研究

对 SiC 陶瓷和金属的界面反应和连接机理进行了系统研究,确定了上述各接合界面的生成产物、晶体结构及晶格常数,建立了目前最完整的界面反应模型。构建了反应相形成的温度、时间曲线图(见图 1),为反应相的控制及反应产物预测奠定了基础。从理论上分析 TiAl 金属间化合物与 40Cr 钢的扩散连接过程、找出接头脆性层的形成原因,为武器装备的研制提供技术储备。用感应加热真空扩散连接的方法连接耐热合金涡轮盘与耐热钢轴,深入研究中间层形态、厚度对接头性能的影响规律、接头微变形量与接头性能的关系及其实时控制方法。本项目研究成果先后获得了教育部提名科技进步一等奖、日本高温学会学术奖励奖、黑龙江省科学进步二等奖等。已申报国家发明专利 4 项,发表学术论文 127 篇,其中,28 篇次被 EI 检索,23 篇次被 SCI 检索,21 篇论文被引用 80 次,其中被 SCI 引用 65 篇次。

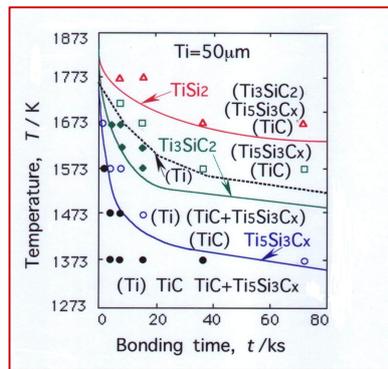


图 1 各反应相形成温度和时间之间的关系

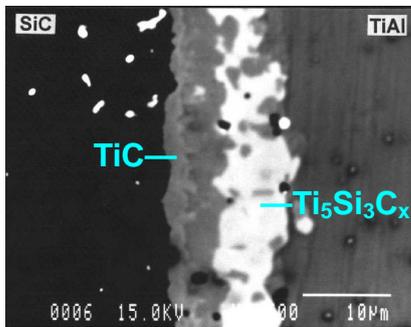


图 2 SiC 陶瓷与 TiAl 扩散焊接头

SiC 陶瓷与 TiAl 连接时, TiC 反应层生长的动力学方程

$$0.102 \exp\left(\frac{481000}{RT}\right) \cdot z^2 + 27248 \exp\left(\frac{120000}{RT}\right) \cdot z = t$$

SiC 陶瓷与 TiAl 连接时, $Ti_5Si_3C_x$ 反应层生长的动力学方程

$$5.87 \exp\left(\frac{415000}{RT}\right) \cdot y^2 + 390625 \exp\left(\frac{80000}{RT}\right) \cdot y = t$$

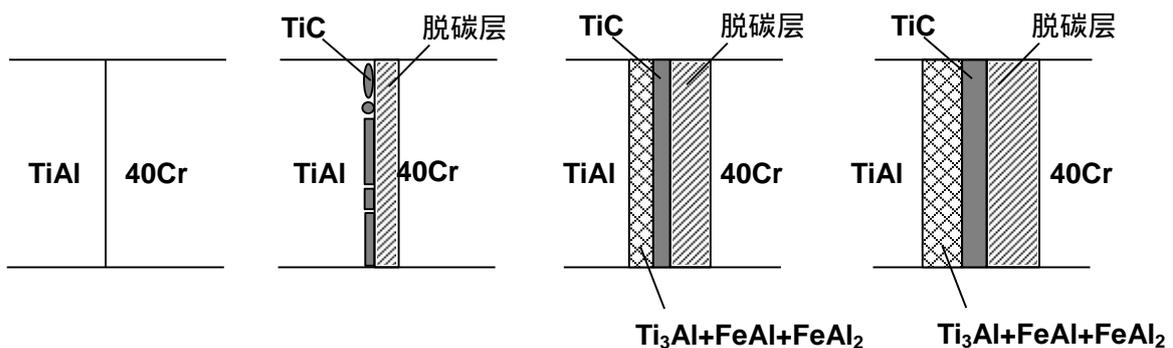


图 3 TiAl/40Cr 界面反应层变化示意图



图 4 耐热合金-耐热钢涡轮盘