Mater. Rep. B, 2020, Vol. 34, No. 10
DOI: 10.11896/cldb.19060179
http://www.mater-rep.com http://www.mr-int.net

[补充信息]

活性元素 Al 对超声波钎焊 Mo 接头组织和力学性能的影响规律

薛海涛，魏 鑫，郭卫兵✉，张新宇

河北工业大学材料科学与工程学院，天津 300130

[Supplementary Information]

Effect of Active Element Al on Microstructure and Mechanical Properties of Ultrasonic Soldered Mo Joints

XUE Haitao, WEI Xin, GUO Weibing✉, ZHANG Xinyu

School of Materials Science and Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China

试验材料

本研究中采用设备为自制加热台和自制超声烙铁，频率为 60 kHz，振幅为 3 μm；试验所用自制钎料（采用材料为 99.99%锡锭、铝锭、锌锭），钎料成分及各钎料固相线和液相线温度如表 S1 所示，钎焊试验母材为纯钼，钼块尺寸 10 mmx10 mmx5 mm。试验采用对接的形式，钎料选择厚度为 1 mm 的片状钎料。

表 S1 钎料的化学成分(质量分数，%)

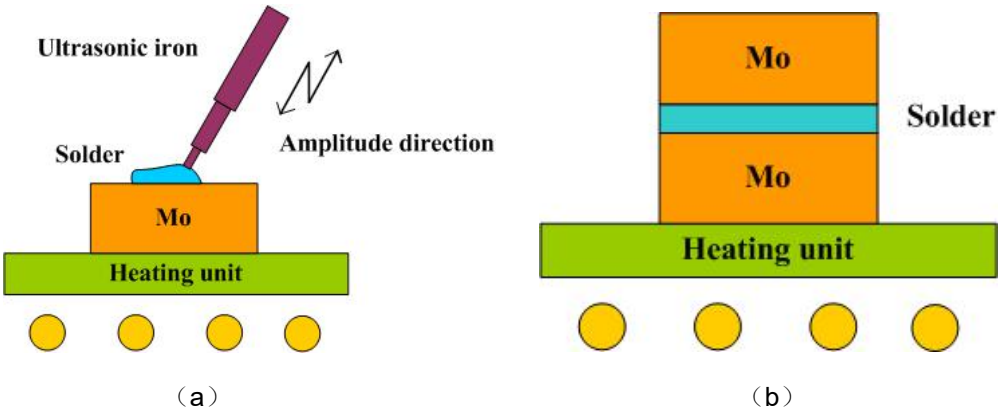
Table S1 Chemical compositions (wt%) of solder

Solder	Zn	Al	Sn	*T*s	T_L
Sn-9Zn	9	—	Balanced	198	198
Sn-9Zn-2Al	9	2	Balanced	198	360
Sn-10Zn-6Al	10	6	Balanced	198	400
Sn-13.5Zn-10Al	13.5	10	Balanced	198	500

钎料涂覆与对接过程

钎料涂覆前将钼表面进行清理，随后在丙酮溶液中继续超声清洗 10 min，试件清洗完毕吹干待用。为保证实验变量单一，故选涂覆与钎焊温度为 300 ℃。因此待加热台加热到 300 ℃时，将钼块放到加热台上，在超声的作用下利用电烙铁将钎料涂覆至 Mo 表面，施加超声时间为 5 s，之后将两块 Mo 块进行组装形成对接接头，完成后从加热台取下，自然冷却，最后凝固形成钎焊接头。钎料涂覆与试样组装示意图如图 S1 所示。

✉ gwbingo@163.com



（a） （b）

图 S1 钎料涂覆与钎焊示意图：（a）涂覆过程；（b）对接过程

Fig.S1 Schematic diagram of coating and soldering process:（a）ultrasonic coating;（b）soldering

金相制备过程

将形成的钎焊接头用线切割从居中位置切开，随后用 SiC 砂纸将横截面打磨至 1500 目，然后进行抛光处理。

结构表征方法与力学性能测试

利用扫描电镜(SEM，JSM-6510A)观察涂覆层/Mo 界面处组织形貌，选用能谱仪对界面产物进行分析。随后在电子万能试验机（AGS-XD50kN）上对使用不同钎料得到的钎焊接头进行压剪力学试验，试验所用到的剪切夹具如图 S2 所示，压剪速度为 0.5 mm/min。为了确保剪切试验准确性，每组至少选取 3 个试样进行测试。力学性能试验按国家标准 GB /T 11363-2008 《钎焊接头试验方法》进行。剪切试验结束后，采用扫描电镜对剪切断口的形貌和剪切断裂路径进行观察，对其断裂机理进行分析。

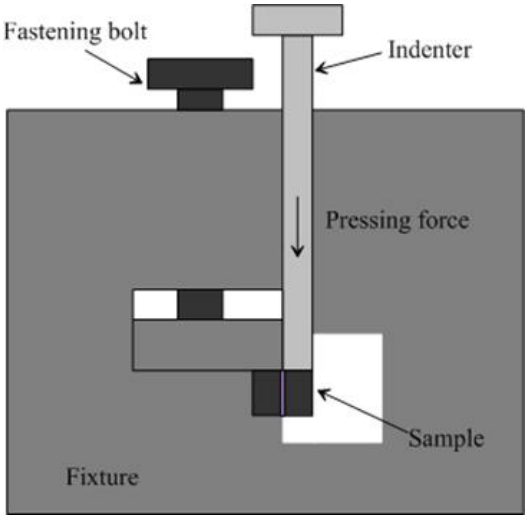


图 S2 剪切试验夹具

Fig. S2 Shear test fixture