

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	導電性金属と低融点金属の接合界面における組織形成挙動
Title(English)	
著者(和文)	木寄剛志
Author(English)	Takeshi Kizaki
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11458号, 授与年月日:2020年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:梶原 正憲,木村 好里,寺田 芳弘,中田 伸生,小林 覚
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11458号, Conferred date:2020/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

本論文は「導電性金属と低融点金属の接合界面における組織形成挙動」と題し、電子機器の高性能化や長寿命化を目的として、CuやAu等の導電性金属とSnやAl等の低融点金属との固相反応拡散に対する理解を深めるために、Au/Sn 拡散対、Cu/Sn 拡散対および Cu/Al 拡散対を作製し、固相温度域で等温保持した際の組織形成挙動を材料組織学的手法により実験的に観察し、実験結果を解析的に検討した結果について述べたものであり、全7章より構成されている。

第1章「緒論」では、本研究の目的と意義を明らかにし、本論文の構成について述べている。

第2章「Au/Sn系における固相反応拡散」では、サンドイッチ状の Sn/Au/Sn 拡散対を 120~200°C の温度域で最長 169 h 等温保持した際の接合界面における組織形成挙動を実験的に観察している。その結果、 AuSn_4 、 AuSn_2 および AuSn から成る層状の化合物領域が生成し、同領域の総層厚が等温保持時間の冪乗に比例して増加することを見いだしている。このような冪乗則は、第3~4章の観察実験においても認められる。また、化合物領域の成長は、体積拡散と粒界拡散の寄与が混在した混合拡散律速型で進行する。

第3章「Cu/Sn系における固相反応拡散」では、添加剤を用いない無光沢電解 Sn めっき法により作製した Cu/Sn 拡散対を 120~200°C の温度域で最長 192 h 等温保持した際の組織形成挙動を実験的に観察している。その結果、 Cu_6Sn_5 と Cu_3Sn から成る層状の化合物領域が生成し、冪乗則に従って成長することを明らかにしている。同化合物領域の成長は、200°C では体積拡散律速型であるが、120~160°C では体積拡散と粒界拡散の寄与が混在した混合拡散律速型に変化する。

第4章「Cu/Al系における固相反応拡散」では、直径が 0.5~2.9 mm で Cu と Al の断面積率が 0.15 および 0.85 の CA 線(Cu-clad Al wire)を 150~270°C の温度域で最長 960 h 等温保持した際の組織形成挙動を実験的に観察している。その結果、 $\theta(\text{CuAl}_2)$ 、 $\delta(\text{Cu}_3\text{Al}_2)$ および $\alpha_2(\text{Cu}_3\text{Al})$ から成る層状の化合物領域が生成し、冪乗則に従って成長することを見いだしている。同化合物領域の成長は、体積拡散と粒界拡散の寄与が混在した混合拡散律速型で進行するが、粒界拡散の寄与は $(\delta + \alpha_2)$ 層よりも θ 層の方が大きい。

第5章「Cu/Al系複相材料の機械的性質」では、第4章と同様の CA 線を 150~330°C の温度域で最長 960 h 等温保持した際の機械的性質の変化をインストロン型引張試験機やヴィッカーズ硬さ試験機を用いて実験的に観察している。その結果、線引加工 CA 線では、引張強さ s_u が 198~231 MPa で破断伸び e_u が 0.4~1.2% であるが、等温保持時間が長くなると、 s_u の値は単調に減少し、 e_u の値は一旦増加し、最大値に達した後、減少することを明らかにしている。このような機械的性質の等温保持時間依存性は、Cu-Al 系化合物の体積率を用いて定量的に評価できる。

第6章「Cu(Al)系における拡散誘起再結晶」では、第4~5章と同様の CA 線を 210~270°C の温度域で最長 960 h 等温保持した際の拡散誘起再結晶(Diffusion Induced Recrystallization, DIR)による組織形成挙動を実験的に観察している。その結果、上記の等温保持条件では、CA 線の Cu/Al 接合界面から Cu 側に向かって Al 濃度の高い合金化領域(DIR 領域)が生成および成長することを見いだしている。当研究室独自の駆動力モデルや速度モデルを用いると、DIR 領域の成長挙動を定量的に再現することができる。

第7章「結論」では、第2~6章のまとめを行い、本論文を総括している。

以上のように本論文は、Au/Sn系、Cu/Sn系および Cu/Al系の固相反応拡散に起因する組織形成の挙動や機械的性質の変化を実験的に観察し、解析的に検討することにより、自動車産業やエレクトロニクス産業の分野で用いられる電子機器の高性能化や長寿命化のために必要な基礎的知見を提供している。