

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	Sn基合金と導電性金属の固相反応拡散における組織形成挙動
Title(English)	
著者(和文)	中山美紗子
Author(English)	Misako Nakayama
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10517号, 授与年月日:2017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,曾根 正人,中田 伸生
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10517号, Conferred date:2017/3/26, 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

Sn 基合金と導電性金属の固相反応拡散における組織形成挙動

東京工業大学
大学院総合理工学研究科 材料物理学専攻
中山美紗子

本論文は、信頼性の高い電子機器の実装技術の確立を目的とし、Sn 基無鉛はんだ合金と導電性金属の固相反応拡散における速度論的な特徴を明らかにするために、種々の Sn-X ($X = \text{Ni}, \text{Cu}, \text{Ag}, \text{Zn}$)系合金と導電性金属 M ($M = \text{Cu}, \text{Ni}$)の固相反応拡散による金属間化合物の組織形成挙動を実験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、上記の固相反応拡散に関する従来の研究を概観し、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「(Sn-Ni)/Cu系の固相反応拡散」では、Niのモル分率 y_{Ni} が 0.01~0.03 の Sn-Ni 合金と Cu を組合わせたサンドイッチ状の(Sn-Ni)/Cu/(Sn-Ni)拡散対を 433~473 K の温度域で最長 1152 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、上記の等温保持拡散対には Cu_3Sn , Cu_6Sn_5 および $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$ から成る化合物領域が生成し、化合物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出している。このような冪乗則は、第3章~第6章の観察実験においても認められる。また、 y_{Ni} の値が大きくなると化合物領域の成長は速くなる。

第3章「(Sn-Cu)/Ni系の固相反応拡散」では、Cuのモル分率 y_{Cu} が 0.01~0.03 の Sn-Cu 合金と Ni から成る(Sn-Cu)/Ni/(Sn-Cu)拡散対を 453~473 K の温度域で最長 1972 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、上記の等温保持拡散対には Ni_3Sn_4 と $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$ から成る化合物領域が生成し、体積拡散、粒界拡散および界面反応の寄与が混在した混合律速型で成長することを明らかにしている。また、 y_{Cu} の値が大きくなると化合物領域の成長は速くなる。

第4章「(Sn-Ag)/Cu系の固相反応拡散」では、Agのモル分率 y_{Ag} が 0.011~0.033 の Sn-Ag 合金と Cu を組合わせた(Sn-Ag)/Cu/(Sn-Ag)拡散対を 433~473 K の温度域で最長 2016 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、上記の等温保持拡散対には Cu_3Sn と Cu_6Sn_5 が層状に生成することを見出している。ここで、 Cu_3Sn と Cu_6Sn_5 には Ag は殆ど固溶せず、各化合物の成長速度は y_{Ag} の値には依存しない。

第5章「(Sn-Ag)/Ni系の固相反応拡散」では、第4章の Sn-Ag 合金と Ni から成る(Sn-Ag)/Ni/(Sn-Ag)拡散対を 453~473 K の温度域で最長 3169 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、上記の等温保持拡散対には Ni_3Sn_4 が層状に生成し、体積拡散、粒界拡散および界面反応の寄与が混在した混合律速型で成長することを明らかにしている。また、 y_{Ag} の値が大きくなると Ni_3Sn_4 の成長は速くなる。

第6章「(Sn-Zn)/Ni系の固相反応拡散」では、Znのモル分率が 0.152 (9 mass%)の Sn-Zn 共晶合金と Ni を組合わせた(Sn-Zn)/Ni/(Sn-Zn)拡散対を 443~463 K の温度域で最長 2088 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、上記の等温保持拡散対には層状の Ni-Zn 系化合物 γ 相が生成し、界面反応と体積拡散に支配されて成長することを見出している。また、同一温度における γ 相の成長は Ni_3Sn_4 よりも速い。

第7章「結論」では、第1章~第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、材料組織学的手法を用いて、種々の Sn 基合金と導電性金属の固相反応拡散における組織形成挙動を実験的に検討することにより、信頼性の高い電子機器の実装技術の確立に必要な基礎的知見を提供している。