522 In-48Sn 共晶はんだと Auのマイクロ接合部における金属間化合物成長過程

大阪大学大学院	工学研究科	(学生)	○藤原	伸一	清野	紳弥
日本アイ・ビー・	・エム (株)		荘司	郁夫		
大阪大学大学院	工学研究科		小林	紘二郎		

Growth Kinetics of Interfacial Reaction Layers in Micro Joints of In-48Sn and Au by Shinichi Fujiwara, Shinya Kiyono, Ikuo Shohji and Kojiro F.Kobayashi

1. 緒言 In-48Sn共晶はんだとAuバンプによるフリップチップ接合部は耐熱疲労性に優れたPbフリーなマイクロ接合部として期待されている.そこで本研究ではIn-48Sn共晶はんだとAuの拡散対を用いて,接合部信頼性に影響を及ぼす界面における金属間化合物相の成長過程について調べ、生成相、成長速度及び活性化エネルギー等の物性値を明らかにした. 2. 実験方法 本実験ではAu薄膜とIn-48Sn(In-48mass%Sn)はんだを室温で加圧力19.6MPa にて圧着し、Fig.1に示すような試料を作製した.DSCを用いてはんだの融点を測定した結果、393Kではんだが融解していることが確認されたため、大気雰囲気中で保持温度 343K,363K,383K,保持時間 0~1000hの条件で試料を等温保持し、固相-固相の界面反応相 について観察した.等温保持(or 加熱)後の試料は接合界面と垂直方向に切断し、研磨したのち接合界面をSEMにより観察すると共に、EDX及びX線回折を用いて界面反応層の組 織の同定を行った.また併せて反応層の厚さを測定することにより、各々の温度における 反応層の成長速度を調べ、それらをアレニウスプロットすることより反応層成長の際の活 性化エネルギーを求めた.

<u>3. 結果及び考察</u> Fig.2に保持温度383K,保持時間700hとした試料の界面反応相のSEMに よる組織観察写真を示す.これより接合界面には二層が形成されており,SEM及びX線回 折結果からAu基板側よりAuIn<sub>2</sub>,  $\gamma$  (InSn4)相であることが確認された.これらを順に反応層I, 反応層IIとする.またFig.3のはんだ相においても同様に組織同定を行い, $\beta$  (In<sub>3</sub>Sn)相 (Fig.3 A), $\gamma$  (InSn4)相(Fig.3 B)の2相が混在している相であることが確認された.なお,こ れらの反応層はすべて元々はんだ相があった部分に形成されており,反応層はAu基板から はんだ相側に向けて成長していることが分かった.

まずこれらの反応層生成過程について述べる. 試料加熱直後にはんだ相とAu基板の界面 でAuがはんだ相側へ拡散することにより, AuIn2の薄い層が形成される. その後さらに温度 保持を行うことにより, AuはIn-richな  $\beta$ 相中で優先的に拡散しAuIn2がはんだ相に向かって 成長する. このようにAuが  $\beta$ 相中を優先的に拡散することによって  $\beta$ 相中のInがAuと反応 しAuIn2層を形成するため,  $\beta$ 相中のSn濃度が高くなり,  $\beta$ 相が  $\gamma$ 相に変化していく. その ためAuIn2層とはんだ相の界面には  $\gamma$  均一相が形成される. しかし, 保持温度343K, 保持時 間0-500hまでの試料では  $\gamma$  均一相は見られなかった. これは保持温度が低いためAu,Snの拡 散速度が遅く, この保持時間では  $\gamma$  均一相の形成までに至らないためと考えられる.

次にFig.4に反応層厚さと保持時間の関係を示す.このグラフよりどちらの反応層厚さも t<sup>1/2</sup>に比例しており,拡散律速反応における反応層の速度式

X=(kDt)<sup>1/2</sup> (X:反応層厚さ,k:定数,D:拡散係数,t:保持時間) に従っていることが分かった.拡散係数Dは次式で与えられるから

**D=D**eexp(-Q/RT) (Do:拡散定数,Q:活性化エネルギー,R:気体定数,T:保持温度) 両辺にkをかけ,対数をとると

lnK=-Q/RT+lnKo

 $(K=kD,K_0=kD_0)$ 

となる. 縦軸InK, 横軸1/TとしてアレニウスプロットしたグラフをFig.5に示す. Fig.5の傾 きから活性化エネルギーを求めると, AuIn2層成長の活性化エネルギーは42.8kJ/molである ことがわかった. この活性化エネルギーはAuがIn単体中を拡散する際の活性化エネルギー 28kJ/molよりも大きく, AuがAuIn2中を拡散する際の活性化エネルギーであるものと考えら

溶接学会全国大会講演概要 第61集('97-9)

れる.



70

Fig.1 Specimen size and geometry



(a) Reaction layer I



Fig.2 SE image of interfacial reaction layer after annealing at 373K for 700h



Fig.3 SE image of solder layer after annealing at 373K for 700h

(b) Reaction layer II Fig.4 Comparsion between growth rates of reaction layer at 343 363 and 383K



Fig.5 Arrhenius prot for K