

熱処理なしの試験片は表面が平滑で、成分は Sn で占められている。一方、60 時間の熱処理したものは Cu が約 45% と多く表面に現れており、凹凸もより顕著に現れている様子が観察される。

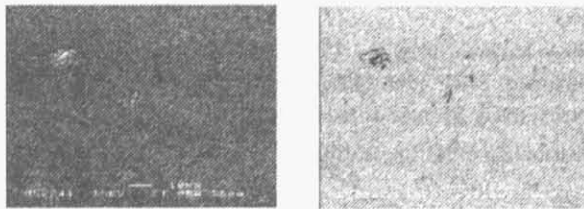


Fig.2 Surface observation pictures for Sample A(0H)

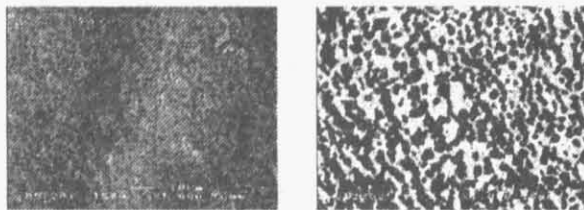


Fig.3 Surface observation pictures for Sample D(60H)

4.3 X線回折

Fig.4、5 に試験片表面の X 線回折の結果を示す。熱処理なしの試験片においては X 線強度のピークは Sn で強く現れているため表面はほぼ Sn で占められている。

熱処理時間が増していくと、Sn のピーク強度は徐々に低くなり、逆にめっき施工時に形成される中間合金層である Cu_6Sn_5 のピーク強度が高くなっていることが観察される。60 時間の熱処理では表面の多くが中間合金層で占められていることがわかる。

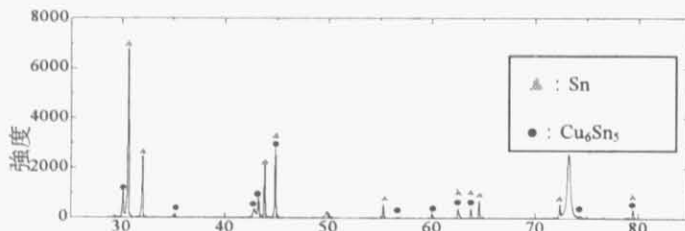


Fig.4 X-ray diffraction result of Sample A(0H)

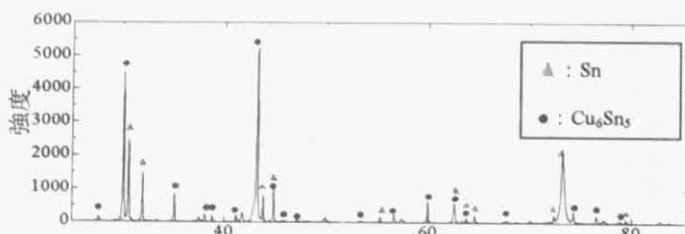


Fig.5 X-ray diffraction result of Sample D(60H)

4.4 断面観察

Fig.6、7 はそれぞれ試験片 A、D の断面を SEM により観察した画像で、左は SEI 画像、右は COMP 画像である。熱処理なしの試験片の COMP 画像を見ると、上からすずめっき層(a)、めっき施工時に形成される中間合金層 Cu_6Sn_5 (b)、

基材(c)が分布していることが分かる。その一方で、30 時間、60 時間熱処理した試験片では、中間合金層と基材の間に新たな中間合金層(b')が生成されているのが観察された。

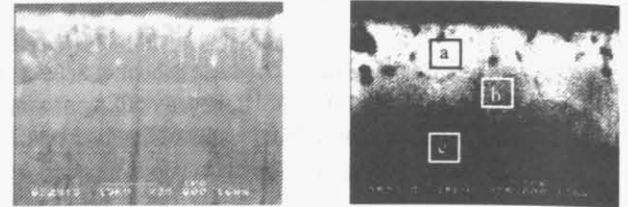


Fig.6 Cross-Section observation pictures for Sample A(0H)

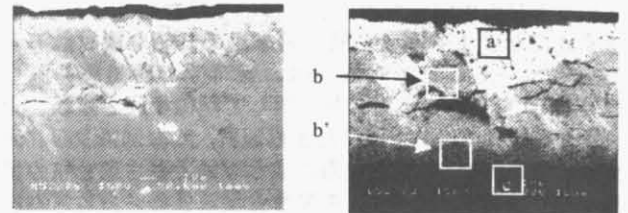


Fig.7 Cross-Section observation pictures for Sample D(60H)

この新たに生成された中間合金層(b')と Cu_6Sn_5 (b)、すずめっき層(a)に対して行った EDS による定量分析結果を Table 2 に示す。定量分析の結果及びこれまでの研究結果より、この新たに生成された中間合金層は Cu_3Sn であると考えてよい。この新たな中間合金層は Cu_6Sn_5 中間合金層と基材が更に拡散して生成されたと推測される。この新たに生成された中間合金層 Cu_3Sn は硬くて脆い性質を持つために、押し込み試験において押し込み深さ $\delta_i = 0.5 \sim 1 \mu m$ 付近で起きた硬さ値の急激な増加は、この Cu_3Sn 中間合金層の影響と考えられる。

Table 2 Quantitative analysis result on Cross-Section of specimen

	wt%		atomic%	
	Cu	Sn	Cu	Sn
a	4.95	95.05	8.74	91.26
b	51.05	48.95	66.00	34.00
b'	73.26	26.75	83.55	16.46

5. 結言

- ・ 150°C の熱処理を施した試験片では、10 時間の熱処理でも新たな中間合金層 Cu_3Sn が生成されるのが確認できた。
- ・ 試験片内部の熱処理時間に比例した中間合金層の成長が確認された。SEM による断面観察結果と併せて、硬さ値の増加は新たな中間合金層 Cu_3Sn の影響と思われる。
- ・ 試験片表面に現れた中間合金層は Cu_6Sn_5 であると確認された。この中間合金層の表面における増加=すずめっき層の減少は、熱処理時間に比例して生じた。

<参考文献>

- (1)大木基史・石橋達弥・宮路葉・初谷栄治・天野裕久・中福頼綱、銅と銅合金、第 42 巻 1 号(2003)、超微小硬さ試験機を利用した HOT-DIP すずめっきの膜厚測定