

## LEAD-FREE욕에서의 TIN WHISKER 성장 Growth of Tin Whisker in Lead-Free Solutions

이지은\*, 이 신 (주식회사 우리정도 표면처리 연구소)  
윤재형 (Fairchild Korea Semiconductor LTD.)

### 1. 서 론

Lead 및 Lead Components는 많은 분야에서 사용되어 왔으나, 환경오염 및 인체 유해 위험성 때문에 최근 들어 이의 사용을 금지하거나 제한하는 내용의 조약들이 제정되고 있다. 따라서 이를 대체할 수 있는 무연도금(Lead-Free Plating System)이 시급히 요구된다. 그러나 Lead-Free Plating에서는 반도체에 치명적인 결함(short)을 일으키는 원인으로 알려진 자발적 성장을 하는 Tin Whisker의 문제점이 있다.

보편적으로 Substrate에 따라 Whisker 발생률이 다르게 나타나는데 Alloy(Ni+Fe합금) 소재에서는 발생률이 적고, Copper 소재에서는 많다는 것이다. 본 Test에서는 기존의 이론들을 직접 확인해 보고, 소재 및 Sn/Pb 대체 용액으로 제시되고 있는 도금액(Pure Tin, Sn/Bi, Sn/Cu)에 따른 Whisker 양상을 파악하고, 내 Whisker에 가장 적합한 Lead-Free욕을 선정하고자 한다.

### 2. 본 론

실험 방법으로는 아래표(Table1, Table2)와 같이 도금업체별(A社, B社, C社), 도금액(Pure Tin, Sn/Bi, Sn/Cu)에 따라 Copper Material(Substrate: EFTEC-64T, 12SnOFC)과 Alloy Material(Substrate: Alloy42)로 구분한 현재 상용중인 반도체 P.K.G(자재)를 사용하여 자사 lab에서 실험을 진행하였다.

Solution	Vendor
Pure Tin	A 社
	B 社
	C 社
Sn/Bi	A 社
	B 社
Sn/Cu	C 社
Sn/Pb (comparative)	A 社

Table1. Solution & Vendor

Substrate	Material
EFTEC-64T	Copper
12SnOFC	Copper
Alloy42	Alloy

Table2. Substrate

Plating Process는 아래에 표시한 바와 같이 실제 양산과 유사한 작업환경을 구현하였고, 각 Solution별 작업조건은 각 Vendor에서 제시한 Optimum 조건에서 진행하였다. 작업 전류 밀도는 1ASD와 15ASD에서 진행하였다.

Degrease ⇒ Rinse ⇒ Chemical Deflash ⇒ Rinse ⇒ Descale ⇒ Rinse ⇒ Activation ⇒ Plating ⇒ Rinse ⇒ Neutralization ⇒ Rinse ⇒ Hot D.I ⇒ Dry

실험 진행 후 Whisker Environmental Test(Table3)는 일반적인 반도체 P.K.G 신뢰도 검사 방법인 T/C, 85/85, 항온65℃, 상온 조건에서 실시하였고, 'Fairchild Korea Semiconductor'와 '(주)우리정도'에서 공동 진행하였다.

Test	Condition	Summary
Temp. Cycle	-65℃ ~ 150℃	-65℃와 150℃에서 1000회 Cycle
Moisture	85℃/85%	온도 85℃, 상대습도 85% 조건에서 1,000시간 방치
Const. Temp.	65℃	항온 65℃에서 1,000시간 방치
Room Temp.	Room Temp.	상온에서 1년 방치

Table3. Environmental Test

### 3. 결과 요약

- 1) Whisker는 Plating Solution Type(Pure Tin, Sn/Cu, Sn/Bi)에 상관없이 모두 발생되며, 전반적으로 Sn/Pb속에서는 발생되지 않아 Pb 금속만큼 Whisker 억제 효과를 가지는 대체 금속을 발견할 수 없었다. 그러나 그중 Pb 대체 금속으로는 Bi가 가장 양호하였다.
- 2) 소재별로는 알려진 바와는 다르게 Copper 소재보다는 Alloy 소재에서 Whisker 성장 속도가 빨랐으며, Copper 소재 중에서는 Bare Copper보다는 Whisker 방지법의 일환으로 선택한 Ni Strike 하지도금을 한 소재에서 Whisker가 더 길게 성장하였다. 이러한 양상은 전체적으로 Mild Condition인 항온65℃보다 가혹 Condition인 85℃/85%, T/C에서 Whisker가 빠르게 성장을 하여 길이가 길었고, 더 많이 발생하였다.

### 참고문헌

- 1) B. Z. Lee and D. N. Lee, Spontaneous Growth Mechanism of Tin Whiskers, Acta materialia. 46(10), 3701-3714, 1998
- 2) Dr. Paul Harris, The Growth of Tin Whiskers, ITRI Report-No.734
- 3) Yun Zhang, Chen Xu, Chonglun Fan, The Phenomenon of Whisker Formation, mo 54 (2000)
- 4) Dr. Manfred Jordan, The Electrodeposition of Tin and its Alloys, p183~191
- 5) A.C.Tan, Tin and Solder Plating in the Semiconductor Industry, p273~276