

FPCB표면처리와 최신기술개발동향

Technical trend of Surface treatment for FPCB

김유상<sup>a\*</sup>

<sup>a\*</sup>한국과학기술정보연구원 ReSEAT 전문연구위원 (E-mail:ysk2000@hanmir.com)

**초 록:** 플렉시블 (F-PCB, Flexible Printed Circuit Board)은 얇고 유연하며 모바일, 광학, 노트북, 프린터, LCD 등 IT산업전반에 걸쳐 사용되고 있다. 통신기기가 이동용으로 전환되면서 대용량, 고속의 정보 전달이 필요하다. 인접 회로간의 전자파 차폐, 구리성분의 편석방지와 고성능의 회로소재 확보가 요구된다. 본고에서는 최근의 플렉시블 인쇄회로기판의 주석도금의 위스커방지 품질향상을 중심으로 기술하였다.

1. 서론

전자, 정보통신기기의 고기능, 고속화, 소형화, 경량화에 따라 반도체 대규모집적회로(LSI: Large scale integrated circuit)의 고밀도, 고다층화, 박판추세로 개발되고 있다. 휴대전화 이동통신 전자제품의 미세전류, 파인패턴, 소형, 고밀도, 경량화 추세에 따라 내장용 FPCB의 회로 폭, 랜드, 비어홀, 적층비어의 임피던스, 유전율의 전기특성이 요구된다. 주석(Sn)도금 접합강도 감소, 위스커(Whisker) 발생원인 및 대책도 요구된다.

2. 본론

위스커는 금속 위스커 외에도 탄화규소나 질화규소 등의 세라믹스·위스커가 있는데, 최근에는 탄소나 질화붕소, 티타니아 혹은 실리콘 등의 나노로드나 나노튜브 등도 이 범주에 포함시키고 있다. 금속 위스커 중에서도 주석, 아연, 카드뮴 등의 위스커 역사는 전자기기의 고장의 원인이 되며, 60년 전에 미국에서 카드뮴의 위스커 문제가 대두되면서 이에 대한 연구가 시작되었다. 라디오 가변콘덴서부품에 카드뮴도금을 하였는데 위스커가 성장하면서 전류의 단락이 발생하였다. 위스커를 측정하고 방지하기 위하여 위스커의 잠복기간, 성장속도를 측정하고 현재는 통계적 효과까지도 측정하고 있다. 본고에서는 다양한 환경조건에서 복합적으로 일어나는 주석 위스커의 발생원인과 기구를 분석함으로써 성장억제 대책을 제시하는 방법을 제시하였다.

Table 1. Process parameters

공정변수	도금종류	적용
위스커(Whisker)	Sn, Zn	발생
	Ni	발생없음
	Annealing	발생방지

주석 위스커 발생기구와 결정학적 이해; 위스커의 끝단에 촉매의 금속방울이 형성되면서 주위의 분위기로부터 위스커를 구성하는 원소가 방울로 응축하여 새로운 원자면을 형성하면서 성장한다. 주석과 카드뮴의 위스커는 근본적으로 성장기구가 다르고 납을 미량 첨가하여 위스커 성장을 억제시킨다. 주석이나 아연의 위스커는 상온에서 주석이나 아연, 혹은 합금 원소에 의하여 빠르게 확산하여 성장하며 특히 상온, 가열냉각, 산화·부식, 외부압력, 전자편석 등 환경적 요인에 의해 발생한다. 또한, 도금면 내부에 압축응력이 발생하여 원소의 확산을 촉진하여 위스커를 발생시킨다.

전자편석 위스커는 전류밀도가 매우 큰 파워반도체나 플립 칩 등의 특수한 부품실장에서 나타난다. 상온 위스커의 발생과 성장기구; 상온에서 위스커의 발생·성장은 주석위스커가 대표적이다. 상온위스커의 발생은 주석도금 층과 동계면에 형성되는 Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> 화합물이 도금내부로 압축응력이 발생할 때 생성된다. Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> 결정은 도금과 기판의 계면전체에 발생하지 않

고 주석도금입계가 동표면에 접하는 부분에 연달아 배열하면서 성장한다. 이유는 주석도금의 결정입계에 연달아 동원자 확산이 현저하게 빠르기 때문이다.

열충격·산화부식에 의한 위스커 발생과 성장; 온도사이클이나 열충격에서 발생하는 위스커는 주석도금과 팽창차이가 큰 결합이 많은 굴곡진 형상의 전극이나 세라믹부품을 사용한 경우에 급속도로 성장하기 때문에 문제가 되고 있다. 열팽창계수가 클수록 위스커 발생 밀도가 증가한다. 상온에서 성장하는 위스커는 습도에 의존한다. 습도가 높으면 주석산화는 매우 빠르고 산화막이 불균일하기 때문에 도금피막에 응력이 발생할 수 있다. 이 산화부식에 의하여 발생한 위스커가 가속평가에서 상온에서 발생한 위스커와 종종 혼동한 때도 있었다.

고온 분위기에서 산화위스커가 발생하여 150℃에서 어닐링하거나 니켈 하지코팅을 하면 위스커 억제효과가 있다. 산화부식 위스커가 많은 경우에 잠복기간이 있다. 2000시간까지 위스커는 발생하지 않는다. 산화에 의한 위스커 발생방지에는 납도 효과가 없다. 부품만 단독으로 시험한 경우에 위스커 발생이 관찰되지만 인쇄회로기판에 실장한 동일부품을 시험한 경우에는 위스커가 발생하지 않는 경우도 있다. 도금 이외의 솔더링 자체에서도 위스커가 발생하기 때문에 부품단독만이 아닌 실장기판의 접속점을 불이기 할 때에도 주의하여야 한다. 주석보다도 합금원소가 산화하기 쉬운 경우 합금원소가 표면·계면이나 입계로 확산하여 산화하는 경우도 있다. 산화부식 위스커는 온도와 습도의 영향을 많이 받는다.

산화하기 쉬운 인듐을 함유한 합금에서도 위스커의 영향을 확인하였다. 아연은 산화아연(ZnO)로 산화되는데 비스무스나 납이 함유되어도 위스커 성장이 가속된다. 플라스틱이나 합금원소 등에 의하여도 산화상태는 크게 변화한다. 주석 위스커가 무연화 추세에 따른 가장 큰 문제점은 미세화로 폭을 갖는 주석도금을 하지 않은 동도금한 단자의 플렉시블케이블과 커넥터의 접속부분에서 쇼트와 재결정이 나타난다. 리플로우 처리하여 위스커 발생률을 낮추고 있다.

### 3. 결론

니켈과 주석화합물에서는 위스커가 발생하지 않는다. 철은 니켈보다 주석에 대하여 안정하다. 황동중의 아연이 습도가 높은 환경 분위기에서는 아연이 주석내부로 확산하여 산화함으로써 체적팽창 효과에 의하여 압축응력이 발생하여 위스커가 성장하기 때문에 주의가 필요하다. 동을 소재로 한 경우에도 열처리하여 계면전체에 화합물을 층상으로 형성하면 화합물이 동을 확산을 상당히 지체시켜서 위스커 억제효과를 부여할 수가 있다. 리플로우(reflow) 처리를 하여도 위스커 방지 효과가 있다. 주석도금의 특징은 전단방위를 갖고 성장하기 때문에 결정방위가 다른 결정립이 존재하면 위스커가 발생한다. 산화막과는 관계없이 그와 같은 특이한 결정립이 존재하면 위스커의 핵으로 된다.

### 참고문헌

1. Katsuaki SUGANUMA, 表面技術(日本), 59(2008), 210-217
2. Kazumasa Fujimura, 表面技術(日本), 62(1996), 115-118

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 이공계전문기술지원서포터즈 사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2011-C7211-2001-0009)