

옥내 대기 부식에 의한 IC lead frame(pin)의 부식 손상

김 기 태

POSCO 기술연구소

Indoor Atmospheric Corrosion of IC Lead Frame (Pin)

Ki-Tae Kim

POSCO Technical Research Laboratories PO Box 36, Pohang, Korea

1. 부식 양태

Fig. 1에 나타낸 것은 철강 공단내의 한 전산실에서 수년 동안 사용되었던 parity module이 옥내 대기 부식된 모습으로서, 일부 integrated circuit(IC) chip의 lead frame(pin)들이 심하게 부식되어 있음을 알 수 있다. 특히 Fig. 1의 (b)에서 보듯이 한 기판 위에서 같이 사용되었던 IC들이지만 어떤 것들은 pin 부위의 부식이 매우 심하여 pin 전체가 검은색의 두꺼운 부식 생성물로 완전히 덮여 있는 반면, 부식 상태가 상당히 양호한 것들도 있다.

이 module이 사용되었던 전산실은 실내 에어컨을 가동하여 온도 및 습도가 각각 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 및 $35 \pm 5\%$ 정도로 항상 유지되었었기 때문에 인쇄 기판(PCB) 등의 전자/전기 부품이 아닌 다른 일반 금속 구조물 등의 대기 부식 정도는 미약하였다.

2. 부식 원인 분석

pin의 심한 부식 원인 및 pin에 따라 부식 상태가 크게 다른 이유를 분석하기 위하여, 부식 상태가 심한 것과 심하지 않은 것의 두 종류의

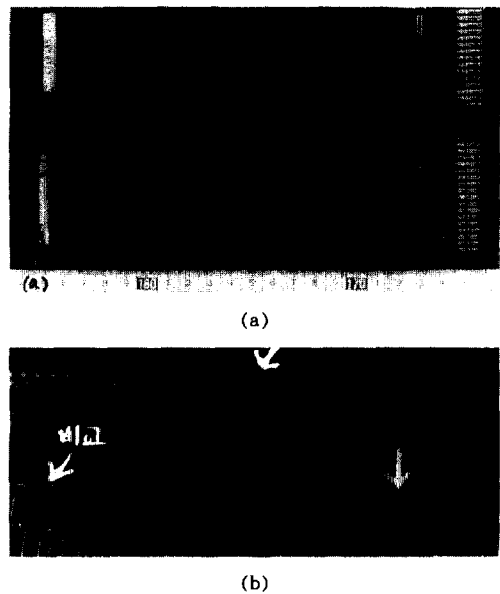
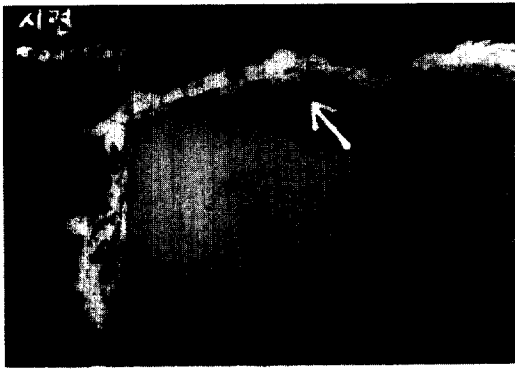


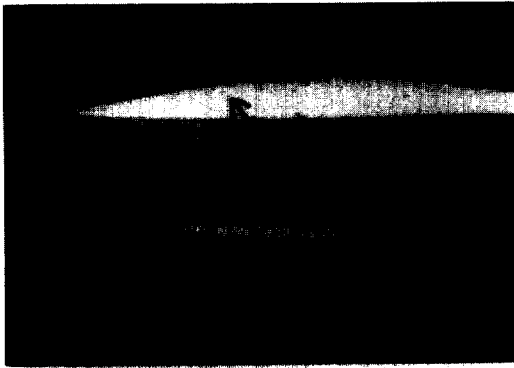
Fig. 1. 철강 공단에서 수년 동안 사용된 한 parity module의 모습(a)과, 이 module 상의 IC lead frame(pin)이 옥내 대기 부식으로 인하여 부식된 모습(b).

pin을 주사전자현미경(SEM) 및 Energy Dispersive X-ray Spectroscopy(EDX)로 조사하였다.

부식이 심하게 일어난 pin과 그렇지 않은 pin의 단면을 잘라 SEM으로 조사한 결과를 Fig. 2



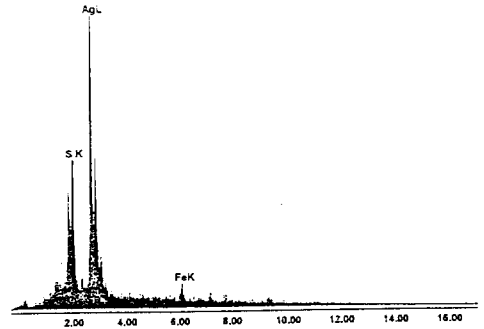
(a)



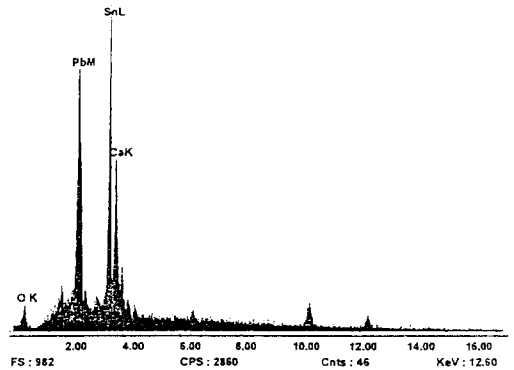
(b)

Fig. 2. IC pin의 단면을 SEM(back scattered electron)으로 조사한 모습. (a) 심하게 부식된 pin, (b) 약간만 부식된 pin.

에 나타내었다. 이 그림에서 보듯이 부식이 심하게 일어난 pin의 외면은 두꺼운 부식 생성물층으로 이루어져 있으며 (Fig. 2(a)), 이 부식 생성물층 (Fig. 2(a)의 회색 빛나는 부위, 검은색 화살표 표시)을 EDX로 조사해 보면 외면층은 주로 Ag 및 S로 이루어져 있음을 알 수 있다(Fig. 3(a)). 또한 이 외면 부식 생성물층과 내부 모재 금속 사이 (Fig. 2(a)의 흰색 화살표 표시 부위)에서는 Fe, Ni 및 O가 검출되거나, 또는 Fig. 4에 나타낸 것과 같이 이들 이외에도 [Cl] 성분이 검출되었다.(Fig. 4에서 Au 성분이 나타나는 것은 SEM 조사를 위하여 시편 단면 표면을 Au coating 하였기 때문이다.) 반면 Fig. 2(b)에 나타낸, 부식이 거의 일어나지



(a)



(b)

Fig. 3. Fig. 2에 나타낸 pin의 외면 부위를 각각 EDX로 검사한 결과, (a) 심하게 부식된 pin, (b) 약간만 부식된 pin.

않은 pin의 단면을 보면 pin의 외면은 Pb/Sn 층으로 도금되어 있으며, Fig. 3(b)의 층은 거의 부식되지 않았음을 알 수 있다.

Fig. 2에 나타낸, 부식이 심하게 일어난 것과 그렇지 않은 것 모두 pin의 모재 금속은 Fe/Ni alloy로써 성분 조사 결과 약 Fe : Ni=60 : 40의 조성비를 가지고 있었다. 현재 IC의 pin용 소재로는 여러 가지가 사용되고 있으나, 크게 보면 Cu base alloy와 Fe/Ni base alloy들이 있으며, 본 조사에 사용된 sample의 경우에는 모두 동일하게 Fe/Ni base alloy를 사용하고 있음을 알 수 있다.

이상의 결과로 볼 때 IC pin의 부식은 pin 표면의 coating재에 따라 크게 달라졌음을 알 수

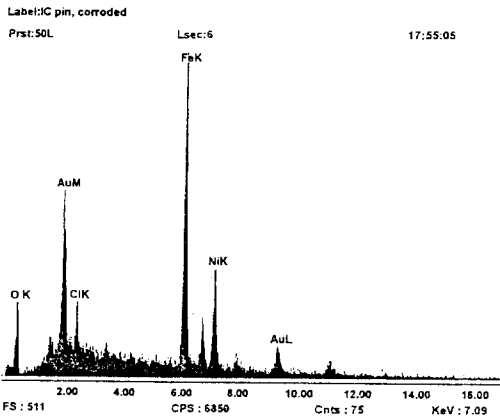


Fig. 4. Fig. 2의 (a)에 나타난 부식이 심하게 일어난 pin의 외면 부식층과 내면 모재 금속 사이의 중간층을 EDX로 검사한 결과.

있다. 즉, 부식이 심하게 발생된 것과 되지 않은 것 모두 모재 금속은 거의 동일한 조성의 Fe/Ni alloy였으나, 표면 부식이 심하게 일어난 것에서는 부식 생성물 층의 EDX 검사 결과 Ag 및 S 성분이 검출되는 것으로 보아 Ag₂S 화합물 상태로 되어 있는 것으로 추정된다.(이 표면 부식 생성물층의 조성은 별도의 전기화학적 환원법에 의한 조사에 의해서도 주로 Ag₂S임이 확인되었다.) 이것은 원래 pin의 표면이 Ag coating되어 있었으나 이 Ag coating 층이 대기 부식, 특히 S 화합물(H₂S 또는 SO₂)이 함유된 공기 중에서의 부식이 쉽게 일어나기 때문에 부식이 심하게 진행된 것으로 판단된다.

반면, 부식이 진행되지 않은 pin의 표면에서 발견되는 Pb/Sn 도금 층의 방식 효과는 매우 우수하여 이 도금 층이 존재하는 곳에서는 pin의 부식은 거의 발견되지 않고 있다. 이 Pb/Sn 층은 IC를 기판에 납땜(soldering)할 때 pin 표면에 묻게 된 것은 아니며, 아마도 IC 제조 단계에서 pin의 납땜성을 향상시키기 위하여 pin 표면에 coating되었던 것으로 추정된다.

한편 부식이 심하게 발생된 pin의 부식 생성물 층 중의 일부에서는 [Cl] 성분도 검출되고 있는데(Fig. 4), 이것은 이 module이 사용되었던

공장이 바닷가에서 약 1km 이내로 가깝기 때문에 공기 중에 함유된 바닷물로 부터 나온 염분 성분이 부식에 일부 영향을 미쳤기 때문인 것으로 판단된다.

참고 : Fig. 1에 나타난 IC pin의 부식 상태를 자세히 살펴보면, 한 특정 회사의 제품만이 특별히 부식이 심하게 발생된 것을 알 수 있다. 이는 위의 분석 결과에서도 알 수 있듯이, 이 회사의 제품은 pin의 전도성 등을 우수하게 하기 위하여(?) 표면에 Ag coating을 한 것이 오히려 심한 부식을 유발 시켰기 때문이다. 공기 중의 S 화합물의 농도가 높은 곳에서는 Ag 도금 층은 오히려 부식이 쉽게 일어날 수 있으므로 이를 피하여야 한다.

3. 방식 대책

인쇄기판(PCB)과 같은 전자/전기 부품의 육내 대기 부식 문제들을 해결하기 위한 방법에는 다음과 같은 여러 가지가 있다.

1) 부식성 gas 발생량 저감법 : 가장 적극적이고 원천적인 대처 방법으로서, 부식의 주원인이 되는 공기 중에 함유된 부식성 gas 성분을 아예 그 발생 원인부터 제거하거나, 발생량을 최소화시키는 방법이다. 그러나 이 방법은, 기술적인 측면에서 기존 공정 변화의 제약, 경제성 등의 이유 때문에 적용이 어려운 경우가 많다.

2) 부품 보호 방법 : 일종의 소극적 대책 방안으로서, 발생하는 부식성 gas 분위기 하에서 사용되는 재료의 내식성을 향상시키는 방법이다. 전산기나 전기 기기 등을 예로 들면, connector 같은 부위를 Au 등의 귀금속으로 coating 하거나, PCB 자체를 epoxy 등의 polymer로 coating 하는 방법 등이 있다.

그러나 Au coating 등의 방법은 적용할 수 있는 범위(소재)가 한정되어 있을 뿐만 아니라, 극심한 부식 환경 하에서는 만족할 만한 수준의 내식성 향상을 가져오지 못할 수도 있다. 또한

기판 자체를 epoxy 등의 polymer로 coating하는 방법은 내식성 향상 측면에서는 일반적으로 매우 우수하나, 기판상의 소자에서 발열이 큰 경우 열 전도율이 떨어져서 기기 오작 등을 유발시키는 경우 등이 있기 때문에 이 방법도 일반적으로 적용하기는 어렵다. 또한 polymer coating을 한 경우에도 coating 층 밑에서 부식이 발생되는 경우가 있다.

3) 실내 공기 정화법 : 이 방법은 적극적인 대책 방법과 소극적인 대책의 중간에 해당되는 것으로서, 전체 부식 gas 발생량을 줄일 수는 없지만, 방식을 시키고자 하는 기기들이 놓여있는

특정 지역(예를 들면 전산실 등)의 공기만이 아니라 부식 gas 함유량을 줄이는 방법이다. 대개의 전산실이나 전기실 등은 이미 별도의 방으로 구성되어 있고, 또한 에어컨 등을 이용하여 실내온, 습도를 일정하게 유지하고 있는 것이 보통이므로 이러한 실내로 공급되는 공기 중의 불순물을 특수한 공기 정화기 등을 이용하여 제거하여 주면 부식도가 상당히 감소할 수 있다.

이상과 같은 방식 방법들은 각각 장단점들이 있으므로, 공장 및 기기 여건에 따라 적절한 방식 대책을 선택하는 것이 바람직하다.