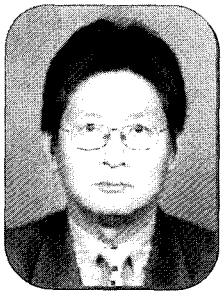
환경친화적 무연 솔더링 접합 기술 동향



◦ 이혁모 ◦
KAIST
재료공학과 정교수

전자패키징은 컴퓨터, 가전제품, 통신기기 등 모든 전자장비에 적용되는 핵심적인 기술분야로서, 현대 산업사회가 전자정보화 시대로 진입하게 되고 핸드폰, 노트북 컴퓨터 및 디지털카메라 등 전자제품들이 초경량 초소형화와 다기능화를 더욱 크게 요구하면서 그 중요성이 배가되었다.

그 중요성을 단편적으로 표현하는 말로 혹자들은 전자패키징 기술을 '미세 접합기술을 이룩하는 일련의 예술' 이라고 일컫기도 하는데, 실제로 전자패키징의 기본 기능들을 고려하면 모든 공학적인 측면이 포함될 수밖에 없기 때문이라고 할 것이다.

솔더링(soldering)이란 용융상태의 재료로 고체를 접합하는 과정으로 이 때 사용되는 솔더(solder) 합금은 450oC이하의 융점을 가지는 재료를 총칭하는 용어이다. 실제로 전자산업에서의 솔더라 하면, 전자기판에서 칩과 부품간의 접속을 위한 것으로 한정하여 일컬어 진다.

1. 전자 패키징의 기능과 분류

전자패키징은 크게 네 가지의 기본 기능을 수행한다고 할 수 있다. 첫번째, 전자패키징은 칩을 둘러 싸고 있으면서 칩으로 입력신호를 전달하고 칩으로부터의 출력신호를 전달하는 기능을 한다. 두 번째, 전자패키징은 칩이 구동할 수 있는 전력을 공급하는 기능이 있다. 세 번째, 칩이 정상적으로 작동할 수 있도록 칩으로부터 발생되는 열을 외부로 적절하게 방출시켜주는 기능을 수행해야 하며, 마지막으로 전체적으로 칩을 둘러 싸면서 외부로부터의 기계적인 충격으로부터 칩을 보호하는 역할을 수행하게 된다.

전자패키징은 또한 그림 1에서 보듯이 네 단계로 구분해서 분류를 나눌 수 있는데, zero level 패키징은

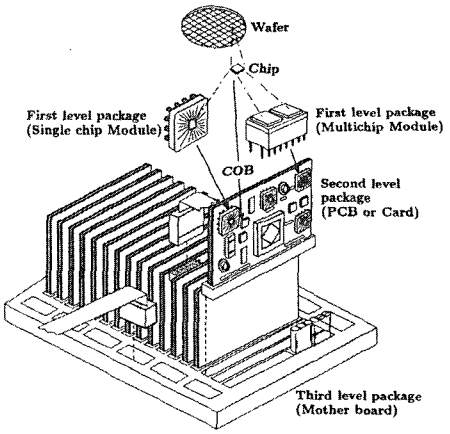


그림 1. 전자패키지의 각 level별 hierarchy.

chip 수준에서 이루어지는 interconnection을 말하며, first level 패키징은 single 또는 multi chip module을 형성하는 interconnection에 해당한다. Second level 패키징은 first level 패키징을 PCB(Printed Circuit Board)에 접합시키는 단계의 패키징을 일컬으며, 마지막으로 third level 패키징은 최종적으로 mother board에 접합을 하는 단계를 말한다. 이렇듯 우리들이 일반적으로 사용하는 PC 컴퓨터 본체자체도 궁극적으로는 전자패키징의 일종이라는 개념이다.

전자제품의 소형화와 다기능화를 요구하는 현대로 올수록 zero level과 first level 패키징이 더욱 큰 관심을 가져지게 되었다고 할 수 있다.

1.1 Zero Level Packaging

Zero level packaging에서는 지금까지 wire bonding 방법, tape automated bonding(TAB) 방법, flip chip bonding(또는 C4-Controlled Collapse Chip Connection) 방법 등이 사용되고 있고 많은 연구들이 진행되고 있다.

Wire bonding 방법은 chip 과 기판사이의 I/O 연결을 Au wire를 사용하여 서로 연결시켜주는 방법이며, TAB 방법은 chip과 기판사이의 연결 회로를 얇은 tape 형태로 제조하여 chip과 기판과 함께 한꺼번에 접합시키는 방법이다. Wire bonding 방법은 I/O connection을 하나하나 해줘야 하는 공정상의 어려움이 있는 반면, TAB 방법은 정확하게 alignment를 맞추고서 한 순간에 접합공정이 이루어질 수 있으므로 대량생산에 적합하다는 장점을 가진다. 하지만, 두 방법은 I/O connection 배열을 chip의 외부 가장자리에 배치해야 하므로 미세화되는 chip의 크기에 비해 I/O 수의 한계를 가져올 수밖에 없는 단점을 안고 있다.

이에 반하여, flip chip bonding 방법은 chip과 기판 사이의 안쪽 면 모두에 I/O를 배열시킬 수 있으므로 기존의 두 방법에 비해 더 작은 사이즈의 chip을 이용하면서도 더 많은 I/O connection을 배열할 수 있다는 장점을 가지게 되었다.

1.2 Flip Chip Bonding

Flip chip bonding 방법이 각광을 받기 시작하면서 이 방법에 대한 재료적인 측면에서의 연구가 더욱 크게 진행되어 오고 있다. 즉, chip이 있는 쪽에서 솔더볼(또는 범프)과의 접합을 위해서 UBM(Under Bump Metallization)이 여러 층의 형태로서 필요하게 되었는데, 그림 2에서 볼 수 있듯이 adhesion layer, diffusion barrier layer, solder wettable layer 등이 그것이다. 이 여러 층의 UBM을 어떤 재료로써, 얼마만큼의 두께로써 디자인하는가의 문제도 참 중요한 과제라고 할 수 있다. 현재까지 개발된 UBM은 Cr/Cr-Cu/Cu, TiW/Cu, Electroless Ni, Al/Ni/Cu 등이 있다.

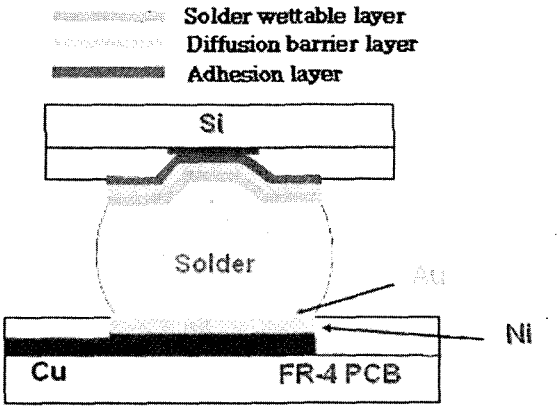


그림 2. UBM의 개략적인 구조.

Flip chip bonding의 구조는 C4구조라고 불리기도 하는데, IBM 연구소에서 최초로 개발되었다. Cr/Cu/Au pad를 사용하고, 그 위에 97%Pb-3%Sn 솔더범프, 그 위에 Ni과 Au가 도금된 Cu ball을 사용하였다. 여기서 사용된 솔더범프는 납의 함유량이 97%인 것이 사용되었는데, 이 솔더 부분을 납을 포함하지 않는 솔더합금으로 대체하려는 연구가 지금도 꾸준히 진행되고 있다.

2. 무연 솔더합금 개발

2.1 솔더합금에서 납의 역할

무연 솔더합금에 대해 논하기 이전에, 기존에 사용되었던 납을 함유하는 솔더합금에서 납은 어떤 역할을 했는가를 알아볼 필요가 있다. 첫째, 납은 Sn-Pb 솔더합금의 ductility를 높이는 역할을 했다. 둘째, 납은 솔더합금의 표면 에너지, 계면에너지를 낮추는

역할을 했다. 즉, Cu 위에서 wetting angle이 아주 낮게 된다는 것이다. 순수한 Sn은 Cu위에서 wetting angle이 약 35°를 나타내는 반면, Sn-37Pb 공정조성 솔더합금의 경우에는 약 11°로 낮아진다. 셋째, Sn-37Pb 공정조성 솔더합금은 낮은 녹는점(183°C)를 가지며, 따라서 약 200°C의 reflow 온도 또한 다른 솔더합금에 비해 낮은 온도라고 할 수 있다. 넷째, 95Pb-5Sn 합금인 경우 고온용 솔더합금으로서 적합하다고 할 수 있다. liquidus 온도와 solidus 온도 사이의 고액공존영역의 온도 차이가 약 10°C 정도로 비교적 작으며 이 경우 reflow 온도는 약 350°C를 요구하게 된다. 따라서, Pb-5Sn 솔더합금과 Sn-37Pb 솔더합금을 이용한 단계별 솔더링이 가능해진다. 단계별 솔더링이란 녹는점이 서로 다른 솔더합금을 zero level과 first level 등 각 단계에 다르게 사용함으로써 zero level의 패키징에서 사용된 솔더합금(녹는점이 높은 솔더)이 first level의 솔더링시(녹는점이 낮은 솔더)에 영향을 받지 않도록 하는 것을 의미한다.

2.2 Sn을 주성분으로 하는 무연솔더합금

현재 개발되고 있는 무연 솔더 합금들의 조성을 살펴볼 때 Sn을 주성분으로 한 것이 주축을 이루고 있다. 이와 같이 Sn이 기지금속으로 사용되는 이유는 환경문제를 유발하지 않는 성분이면서 Sn의 매장량이 많아 경제적인 측면에서도 유리하며, 용융온도가 232°C로 약간 높지만 합금화에 의해 낮출 수 있으며, 전기전도도 등이 우수하다는 점이다. Sn은 여러 금속원소와의 반응성 또한 우수하여 접합 재료용으로 최적이라고 할 수 있다.

Sn에 합금원소로 첨가할 수 있는 원소는 Ag, Cu, Bi, Zn 등이 있다. Ag는 융점이 961°C로서 접합강도를 향상시키는 영향을 미치며, Cu는 1083°C의 융점을 가지면서 Sn에 첨가 시 용식에 대한 방지효과가 있다고 알려져 있다. 또한 융점 271°C의 Bi는 솔더링 시 젖음성이 크게 향상되고 솔더합금의 융점을 크게 저하시키는 영향을 미치며, Zn은 융점이 421°C로서 역시 융점을 낮추는 영향이 있다.

현재 Sn을 중심으로 해서 개발되는 많은 무연솔더합금 조성들 중에서 몇가지 합금계의 특징을 살펴보겠다.

(1) Sn-Ag계

Sn-Ag계의 공정조성은 Sn-3.5wt%Ag이며, 공정온도는 221°C로서 Pb-Sn계의 공정온도에 비해서 비교적 높은 온도에 해당한다. Sn-3.5Ag 합금은 접합강도, 인장강도, 열피로 특성, 크립 특성 등 기계적 특성이 기존의 Pb-Sn 합금에 비해 크게 향상된 장점을 가지고 있는데, 이러한 기계적 특성의 향상은 Ag_3Sn과 같은 안정한 금속간 화합물이 Sn 기지 내에서 미세하게 분산되어 있음으로 기인한다. 하지만, Sn-3.5Ag 솔더합금은 비교적 높은 융점이나 솔더링 시 기판원소의 과다한 용해 등의 단점을 가지고 있다. 이러한 단점들을 극복하기 위한 노력으로 Cu, Bi, In, 또는 Zn와 같은 원소들을 제 3의 합금원소로서 미량 첨가시킴으로써 녹는점을 낮추거나계면 특성을 향상시킬 수 있음이 보고되고 있다.

(2) Sn-Ag-Cu계

Sn-3.5Ag 공정 솔더합금에 Cu를 첨가할 경우, 융점을 약간 낮출 수 있으며 또한 계면 특성이 개선되어 신뢰성이 향상되므로, Sn-Ag-Cu계는 최근 가장유력한 무연 솔더합금으로 관심을 끌고 있다.

이 중 가장 유력한 3원 조성은 Sn-(3~3.7)Ag-(0.5~1.0)Cu인데, Sn-3.5Ag와 유사한 미세조직을 갖고 있으면서, 기판원소가 Cu인 경우 Sn-3.5Ag에 비해우수한 계면특성을 보인다. 이것은 기판 금속과 솔더합금 사이에 형성되는 계면 금속간화합물의 두께가 과도하게 성장하는 것이 둔화되어 신뢰성있는 계면특성을 보이기 때문이다. 하지만, 초기 금속간화합물은 접합부의 강도를 개선시키지만 시간 또는 온도 함수에 의해 금속간화합물이 두꺼워지게 되면 열충격시험에 의한 전단강도 값은 금속간화합물의 두께에 따라 감소하는 경향을 보인다는 보고도 있다. 특히 금속간화합물 층은 취약하므로 열충격시험 시 접합부의 균열발생부가 된다고 한다.

(3) Sn-Ag-Bi계

Sn-3.5Ag에 Bi가 첨가되면 융점이 낮아지는 효과가 있으며 강도가 향상되고 젖음성도 저하되지 않는 장점이 있다. 특히 Bi 함량이 2%까지는 고용강화 효과, 2~5%에서는 고용강화 및 분산강화효과에 의해

강도는 크게 개선된다. 그러나, Bi 첨가량이 많은 경우 Sn 내에 고용되지 못한 Bi는 냉각 중에 솔더합금 내에 미세하게 석출되어 취성을 띄고 연성을 저하시키기도 한다. 또한 Bi 첨가는 액상선이 낮아지는 효과가 있지만 용융범위가 넓어지면서 결국 Lift-off 불량을 일으키는 원인이 되기도 한다. Bi 첨가량이 3%인 경우, 용융온도 범위가 약 10°C 이므로 Sn-3.5Ag-Bi계에서 Bi의 첨가는 3%이내가 적당하다.

(4) Sn-Ag-Zn계

Sn-Ag-Zn계 중에서 가장 유력한 합금조성은 Sn-3.5Ag-1.0Zn이며 용융점은 약 217°C이다. Zn는 상호고용도가 낮은 Sn-3.5Ag 솔더합금 내에 Sn에는 고용도가 거의 없으나 Ag에는 고용이 잘 되어 강도 및 크립 저항성을 증가시킬 수 있지만, 대기중에서 산화가 용이하여 젖음특성을 저해하고 내식성이 약하기 때문에 솔더링에서의 사용이 제한 되어 왔다. 그러나, 최근 질소가스 분위기에서의 솔더링과 Flux의 발달로 Zn의 산화문제가 해결될 수 있어서 그 적용 가능성이 높아지고 있다. 또한 Sn-3.5Ag에 Zn를 첨가하면 Dendrite 형성이 억제되고 Ag_3Sn이 미세화되어 젖음성이 Sn-3.5Ag와 유사한 수준을 유지하면서 최대인장응력이 48% 정도 향상되는 장점이 있다.

(5) Sn-Cu계

Sn-0.7Cu계는 용융점이 227°C인 공정 솔더합금이다. 크립특성이 종래의 솔더합금에 비해 떨어지는 단점이 있지만 기계적강도가 양호하고 가격이 낮은 장점을 가진다. 그러나 융점이 높으므로 솔더링 온도도 높아지고 Flow 솔더링 및 와이어용으로 한정된다. 공정합금의 미세조직에서 Cu_6Sn_5는 Cu기판과 솔더합금의 반응으로 인해 조대화되기도 하여 기계적 성질을 저하시키므로 이 합금의 Cu_6Sn_5를 미세화시키기 위해 Ag, Ni, Au 등의 제 3 원소를 미량첨가하기도 한다. Sn-0.7Cu-0.3Ag 합금 조성의 Flow 솔더링시, Pb를 함유한 도금층에서는 Lift-off 불량이 다소 발생하지만, Pb를 함유하지 않은 도금층에서는 그 발생률이 적다고 보고된다.

(6) Sn-Zn계

Sn-8.8Zn는198°C의 공정온도를 갖는 것으로서 Sn-37Pb 공정 솔더합금과 용융점이 가장 유사하여 현행 공정을 그대로 이용할 수 있다는 장점을 가진다. 이 합금은 강도와 크립 특성 및 내열피로성이 우수하고 경제적이지만, Cu에 대한 젖음성이 좋지 않고, 브릿지, 공공(Void) 등의 결함이 발생한다. 또한 Zn은 활성화되어 안정한산화물을 형성하는데, Sn-Cu, Sn-Ag-Cu, Sn-Bi, Sn-Pb 에 비해 거의 2.5배로 많은 양의 산화물을 형성하므로, Flow 솔더링 등 산화되기 쉬운 조건에서도 질소분위기에서 사용하여야 한다. 이는 산화물이 솔더합금과 기판금속 사이의 접촉을 방해하여 대기 중에서 젖음성을 현저하게 저하시키기 때문으로, 솔더링시 산화물 용해능력을 크게 향상시킨 Flux를 사용할 필요가 있다. 한편 최근 개량된 솔더 Paste에 의해 대기 중에서도 220°C 정도의 Reflow 실장이 가능해지고 있다. 상태도에 의하면 Sn-Zn계는 Sn과 Zn의 상호고용도가 거의 없어서 응고 후 미세조직은 Sn-rich 초정과 Zn-rich 상으로 구성되는 Lamellar를 관찰할 수 있다. 또 Sn과 Zn은 둘 다 Cu기판과 반응하여 금속간화합물을 형성한다. 따라서 고온 솔더링시 Cu기판에 대해서는 Ni/Au 등의 Barrier 도금을 할 필요가 없다. 이와 같은 Sn-9Zn 솔더합금은 In을 첨가하여 젖음성을 개선시키거나 크립 변형속도를 감소시킬 수도 있다. 또한 Bi를 첨가하면 융점이 낮고 비용도 낮아지므로 비내열 부품에 응용이 가능하다.

3. 무연솔더링에서의 계면반응 연구

3.1 Cr/Cu/Au UBM에서의 Spalling현상

Pb-Sn 합금 솔더를 무연솔더합금으로 대체하려는 시도로 처음에 100%Sn을 사용한 솔더링의 연구라고 할 수 있다. C. Y. Liu 등의 결과에 의하면, 100%Sn 금속을 sessile drop 방식으로 Cr/Cu/Au UBM에 적용했을 때, 솔더링이 시작되자마자 Au는 순식간에 솔더로 용융되고, 솔더링 초기에는 Cu-Sn 금속간화합물이 솔더와 pad 사이의 계면에 형성된다. 그리고, 솔더링 시간이 길어질수록 Cu층을 모두 고갈시킬 정도로 Cu-Sn 금속간화합물이 형성되고 결국 Cu층이 모두 고갈되면 금속간화합물들은 서로 뭉쳐지고

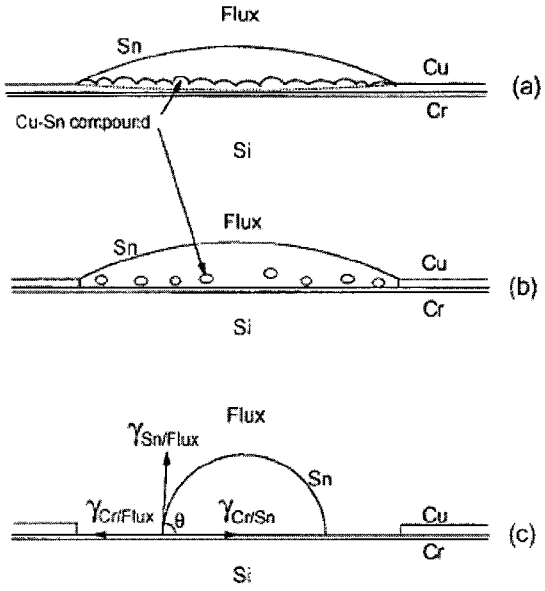


그림 3. 100%Sn과 Cr/Cu/Au UBM 사이에서 솔더링 시간이 길어짐에 따른 미세구조의 변화를 보여주는 모식도.

계면에서 떨어져 나가게 된다. 결국 Cr층과 솔더합금이 중간에 금속간화합물이 없이 직접 만나게 되면 Cr층 위에서 솔더합금의 젖음성이 안좋기 때문에 솔더합금은 전체 pad를 골고루 퍼지지 않고 오므라들게 되는 그림 3과 같은 dewetting이 일어나게 된다는 결과를 발표했다[1].

Cr/Cu/Au UBM의 문제는 무연솔더합금에서만 일어나는 문제는 아니었다. 이 UBM을 이용해서 Sn-37Pb 솔더합금에 적용했을 때에도 솔더링 시간이 길어질수록 계면 금속간화합물이 spalling 현상을 보이며 솔더합금의 dewetting이 일어나는 결과가 A. A. Liu 등에 의해 보고되었다[2].

따라서, Cr/Cu/Au UBM은 솔더합금의 조성 중 Sn의 함량이 많아지면 금속간화합물의 spalling현상이 일어나게 될 가능성이 커진다는 것을 알게 되었다. 이를 극복하기 위해 Cr층을 대신해서 처음부터 Cr과 Cu를 함께 합금화한 층을 사용하여 Cr층으로부터의 dewetting을 막아보려는 시도도 있었다. 즉, Cr-Cu/Cu/Au UBM을 이용하여 솔더링을 시도하였으나, 금속간 화합물의 spalling은 계속해서 발생하였다고 보고되었다[3].

3.2 Ni를 사용한 UBM에서의 계면반응

Cr/Cu/Au UBM의 문제들을 극복하기 위한 새로운 UBM의 도입이 시도되었다. Ni을 diffusion barrier로 사용하게 된 것이다. Ni층을 도금하는 방법은 여러 방법이 있겠지만, 주로 두 가지 방법이 이용될 수 있다. 무전해도금법과 전해도금법으로 제조될 수 있는데, 무전해도금으로 제조할 경우 비교적 적은 비용으로 제조할 수 있는 장점이 있는 반면에 Ni층에 결함들이 많을 수 있고 P가 포함되어 이로 인한 또 다른 화합물의 생성이 유발된다는 단점들이 있다.

무전해도금으로 제조된 Ni층을 이용한 UBM으로 하여 Sn-37Pb 합금과 Sn-Ag-Cu합금을 각각 적용해 보았을 때, Sn-Pb합금의 경우에는 Ni_3P층이 생기고 그 위에 Ni_3Sn_4 금속간화합물층이 쌓이는 것을 알 수 있으며[4], Sn-Ag-Cu합금의 경우에는 Ni_3P층위에 Cu_6Sn_5 금속간화합물이 Scallop형태로 형성되는 것을 알 수 있다. Sn-Pb합금을 이용한 경우에는 크게 문제될 것이 없으나, Sn-Ag-Cu 합금의 경우에는 $(Cu,Ni)_6Sn_5$층과 Ni_3P층 사이에서 얇은 Ni-Sn-P layer와 void들이 형성되고 있음을 발견할 수 있었다[5]. 이 void들에 의한 기계적 특성이 취약해 지는 결과를 가져올 수 있게 된다. 무연솔더를 개발해야 하는 목

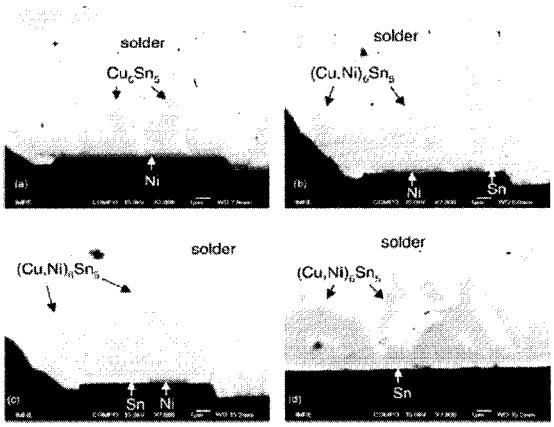


그림 4. Cu/Ni/Au UBM과 Sn-Ag-Cu 솔더합금을 reflow한 후의 Back-scattered SEM 미세구조. (a) 1회, (b) 5회, (c) 10회, (d) 20회 reflow한 경우.

적을 고려할 경우, 무전해도금법으로 제조된 Ni층을 포함하는 UBM에도 문제가 있음을 알 수 있다.

전해도금의 경우에는 매우 견고한 Ni층을 얻을 수 있지만, 제조비용이 높아진다는 단점이 있다. 전해도금으로 제조된 Ni층을 이용하여 Al/Ni/Cu UBM으로 Sn-37Pb 합금과 Sn-Ag-Cu 합금을 각각 적용했을 때, Sn-Pb합금의 경우에는 Cu_3Sn층과 Scallop 형태의 Cu_6Sn_5 금속간화합물이 계면에서 형성되었으며, 솔더링시간이 길어지면 Cu_3Sn층이 Cu_6Sn_5층으로 변태되는 것으로 보고되었다[6]. 하지만, Sn-Ag-Cu 합금을 적용했을 경우에는 Cu_3Sn층이 생기지 않고, UBM의 Cu층을 모두 고갈시킬 정도로 $(Cu,Ni)_6Sn_5$ 금속간화합물이 Scallop형태로 생성되고, 이 $(Cu,Ni)_6Sn_5$상이 계속 성장하여 Ni층까지 모두 고갈시킬 경우 금속간화합물 아래에 Sn이 축적되면서 금속간화합물과 UBM을 분리시키면서 그림 4와 같이 금속간화합물의 Spalling 현상이 나타나는 것으로 보고되었다[7].

3.3. Cu/Ni/Au pad에서의 계면반응

Interconnection에서 chip의 반대쪽의 기판과 솔더와의 계면에 대한 연구도 꾸준히 진행되어 오고 있다. 이 Metallization은 Cu/Ni/Au 층이 사용되고 있다. 전자제품의 소형화가 추구되고 이에 따른 패키지의 Size 또한 소형화를 더욱 요구하게 됨에 따라서, 이 metallization에서도 문제가 발생하게 되었다. 특히

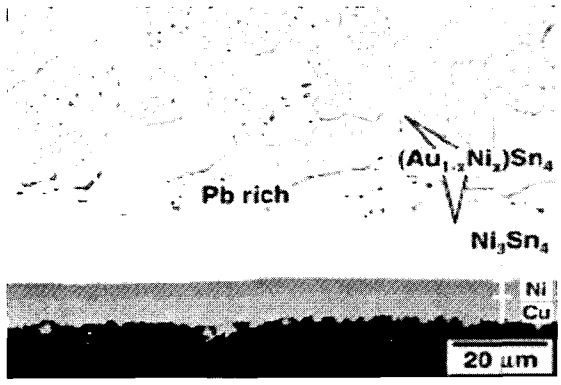


그림 5. Cu/Ni/Au pad에 Sn-37Pb 합금을 솔더링한 후 160°C에서 500시간 에이징 처리한 후의 미세구조.

Sn-Pb 합금을 대체할 무연솔더합금을 적용하는 데에 따른 문제도 함께 다루어지게 되었다.

UBM에서 맨 위의 층에 쌓이는 Au층은 기판제조공정 후에 솔더링 공정이 연속적으로 이뤄지지 않음으로 인해 Ni층이 산화되는 것을 막을 수 있으며, Au가 솔더합금의 Sn에 용해되는 속도가 빠르기 때문에 솔더링공정에서 솔더의 wetting을 촉진시킨다는 장점이 있었다. 하지만, 패키지 size의 소형화는 UBM Pad의 크기와 Pitch의 미세화를 요구하게 되었고, UBM의 각 층간 두께도 얇아져야 했다.

Au가 차지하는 분율이 증가함에 따라, 처음에는 무시되었던 Au의 양에 있어서 문제점이 발생된 것은 솔더링 초기 단계에서 순식간에 녹아 들어간 Au가 솔더링이 진행되고, 특히 에이징 단계에서 솔더와 기판사이의 계면에서 $AuSn_4$라는 두꺼운 층이 그림 5와 같이 형성된 것이다[8]. 이 $AuSn_4$층은 특히 brittle할 뿐만 아니라, Au 한 원소당 네 원소의 Sn을 포함하게 되므로 $AuSn_4$층 바로 주변에서 Sn 고갈 영역을 형성하게 된다는 것이다. 만일 Pb-Sn 합금을 사용할 경우에는 계면에 Ni_3Sn_4층이 생기고 그 위에 두꺼운 $(Au,Ni)Sn_4$층이 쌓이게 되고 그 위에 Pb rich층이 형성되는 불균형한 계면구조를 형성하게 된 것이다.

Cu/Ni/Au metallization을 Sn-Ag-Cu 무연솔더합금에 적용해 보았다. Sn-Pb합금의 경우와 달리, $AuSn_4$층이 계면에 형성되지 않고 솔더 bulk 내부에 $(Au,Ni)Sn_4$ 화합물이 형성되어 비교적 깨끗한 계면구조를 형성하는 것으로 보고되었다[9].

$AuSn_4$ 형성에 대한 메커니즘은 아직까지 명확하게 정립되지 않고 있고, 솔더합금 조성에 따라 솔더와 pad 사이의 계면에너지가 변화되어 $AuSn_4$가 계면에서 붙지 못하기 때문이라는 추측이 제기되기도 하고, 솔더합금 내부에서 Ni 또는 Cu 와 Pb 원소들 사이의 친화력에 의한 어떤 영향이 있을 것이라는 추측도 제기되고 있다.

4. 결 론

지금까지 Pb-Sn 합금을 대체하기 위한 무연솔더합금들의 종류들과, 전자패키징의 접합기술에서 무연솔더합금을 적용하려는 많은 연구들의 흐름을 살펴

보았으며, 해결해야 하는 문제점들도 함께 서술하였다. 이 외에도 Sn whisker 형성으로 발생되는 문제, 솔더와 UBM 사이의 Electromigration으로 인한 문제 등 여러가지 해결해야 할 문제점들이 앞에 놓여 있다.

무연솔더 합금개발과 UBM 구조개발, 계면반응에 대한 연구가 중요한 이유는 전자패키징의 다른 부분들도 중요하게 다뤄야겠지만, 전자패키징의 전체 불량부분이 시스템 자체에서의 불량보다 솔더와 UBM의 Interconnection 부분에서 생겨나기 때문이며 환경친화적인 무연솔더합금의 개발이 차세대 국제경쟁력의 우위를 마련하기 위한 필수 연구과제 중의 하나로 중요시되고 있다고 할 수 있다.

참고 문헌

[1] C. Y. Liu et al., "Dewetting of molten Sn on Au/Cu/Cr thin-film metallization", Appl. Phys. Lett., Vol. 69, pp. 4014, 1996.

[2] A. A. Liu et al., "Spalling of Cu6Sn5 spheroids in the soldering reaction of eutectic SnPb on Cr/Cu/Au thin films", J. Appl. Phys., Vol. 80, pp. 2774, 1996.

[3] G. Z. Pan et al., "Microstructures of phased-in Cr-Cu/Cu/Au bump-limiting metallization and its soldering behavior with high Pb content and eutectic PbSn solders", Appl. Phys. Lett., Vol. 71, pp. 2946, 1997.

[4] C. J. Chen et al., "The reactions between electroless Ni-Cu-P deposit and 63Sn-37Pb flip chip solder bumps during reflow", J. Electr. Mater., Vol. 29, pp. 1007, 2000.

[5] K. Zeng et al., "Intermetallic reactions between lead-free SnAgCu solder and Ni(P)/Au surface finish on PWBs", Proc. 51th ECTC, pp. 685, 2001.

[6] C. Y. Liu et al., "Electron microscopy study of interfacial reaction between eutectic SnPb and Cu/Ni(V)/Al thin-film metallization", J. Appl. Phys., Vol. 87, pp. 750, 2000.

[7] M. Li et al., "Interfacial microstructure evolution between eutectic SnAgCu solder and Al/Ni(V)/Cu thin films", J. Mater. Res., Vol. 17, pp. 1612, 2002.

[8] C. E. Ho et al., "Interactions between solder and metallization during long-term aging of advanced microelectronic packages with the Au/Ni surface finish", J. Electr. Mater., Vol. 30, pp. 379, 2001.

[9] K. Y. Lee et al., "Formation of intermetallic compounds in SnPbAg, SnAg, and SnAgCu solders on Ni/Au metallization", Metall. Mater. Trans., Vol. 32A, pp. 2666, 2001.

· 저 · 자 · 약 · 력 · · · · · · · · · · · · · · ·

성 명 : 이 혁 모

❖ 학 력
- 1982년 서울대 금속공학과 학사
- 1984년 서울대 대학원 금속공학과 석사
- 1989년 Massachusetts Institute of Technology 재료공학과 박사

❖ 경 력
- 1989년 – 1999년 KAIST 재료공학과 부교수, 조교수
- 2000년 – 현재 KAIST 재료공학과 정교수

공 지

· 본호와 다음 월호의 테마는 'KAIST전자패키지 재료연구센터(CEMP)'의 참여 연구원들의 원고입니다.