

## 나노입자가 전해도금으로 형성된 미세범프의 계면에 미치는 영향

### The Effect of SiC Nanoparticles on Interface of Micro-bump manufactured by electroplating

신 의선\*, 이 세형\*, 이 창우\*, 정 승부\*\*, 김 정한\*

\* 한국생산기술연구원 생산기반기술본부 정밀접합팀 마이크로조이닝센터

\*\* 성균관대학교 신소재공학과

#### ABSTRACT

Sn-base solder bump is mainly used in micro-joining for flip chip package. The quantity of intermetallic compounds that was formed between Cu pad and solder interface importantly affects reliability. In this research, micro-bump was fabricated by two binary electroplating and the Intermetallic compounds(IMCs) was estimated quantitatively. When the micro Sn-Ag solder bump was made by electroplating, SiC powder was added in the plating solution for protecting of intermetallic growth. Then, the intermetallic compounds growth was decrease with increase of amount of SiC power. However, if the mount of SiC particle exceeds 4 g/L, the effect of the growth restraint decrease rapidly.

key word : Electroplating, flip-chip bump, SiC powder, IMC(Intermetallic compound), Nanoparticle

#### 1. 서 론

최근 전자·정보통신 기술의 지속적인 발전에 의해 전자제품이 소형화, 경량화, 다기능화 되고 있다. 전자제품의 경박단소화를 위해서 반도체 제조기술과 반도체칩 회로 설계 기술뿐만 아니라 칩 피치의 패키지 기술이 중요 사안이 되었다. 기존에 사용되어 오던 와이어를 이용한 접합은 칩의 주변만 사용하여 활용 면적이 적고 칩에 형성 가능한 패드의 개수가 적다. 또한 그 길이가 길어서 신호전달 시에도 저항과 임피던스(Impedence)에 의해 효율이 떨어진다. 그러나 플립칩 기술은 칩 전체에 전도성돌기인 범프를 형성시켜 칩을 접합하므로 칩의 사용 면적이 넓어 보다 많은 패드를 통해 신호 전달이 가능하고 그 길이 또한 짧아 신호의 전달이 용이한 장점이 있어 주목을 받고 있는 기술이다<sup>1-2)</sup>.

고밀도 실장에 유리한 플립칩 기술에서 사용되는 솔더 범프의 재료로서 SnPb는 유해물질 사용 제한지침(RoHS)에 의해 금지되어 대부분 Sn 기

반의 무연솔더를 사용하고 있다. 이때, 솔더와 Cu 패드사이에서 형성되는 금속간화합물은 접합력을 유지시켜주는 물질이기도 하지만 그 양이 시간이 지나면서 증가하게 되면 조직의 불일치, 기계적 물성의 차이로 인해 솔더와 기판사이에 응력이 집중된다. 또한 금속간화합물 자체의 취성에 의해 솔더와 금속간화합물의 계면에서 파괴를 유발시켜 제품의 수명을 단축 시킨다<sup>3)</sup>. 따라서 본 연구에서는 SiC particle이 첨가된 범프를 전해도금으로 형성 후 미세 범프에 분산된 SiC particle이 Cu 패드와 솔더 계면에서 생성되는 금속간화합물에 미치는 영향을 연구하였다

#### 2. 실험방법

Cu plate 위에 Photoresist를 이용하여 40 $\mu$ m의 홀(hole)을 만들고 그 위에 전해도금을 통하여 솔더범프를 형성시켰다. 위의 과정을 간단한 모식도로 나타내면 다음과 같다

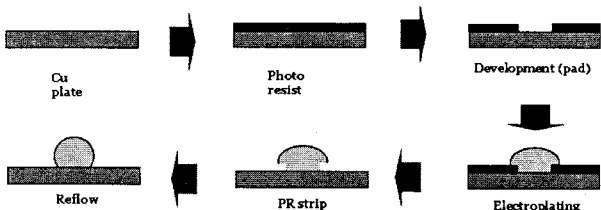


Fig. 1 Schematic illustration of experimental procedure

전해도금을 실시하기 전에 시편을 50°C에서 3분간 산탈지용액에 침지 후 25°C에서 1분간 마이크로 에칭액에 침지를 하여 전처리를 실시하였고 모든 과정 중간에는 초순수를 이용하여 3회 세척을 하였다.

도금액 1L당 2g, 4g, 6g의 SiC powder를 각각 분산시켜 솔더가 도금되는 과정에서 도금층에 SiC particle이 포함되도록 하였다. 이때 powder의 평균 입경은 0.66 μm이고, 사용된 솔더의 조성은 Sn-3.0Ag를 사용하였으며 도금공정을 통하여 버섯모양의 도금층을 형성 후 리플로우를 하여 범프를 형성 시켰다. 형성된 범프의 단면을 SEM을 통해 금속간화합물의 두께를 측정하고 EDS를 통해 성분을 분석하였다. 금속간화합물의 두께는 SEM image에서 Image tool을 이용하여 면적을 측정하여 계산하였다. 금속간화합물의 성장을 관찰하기 위해 150°C에서 시효처리하면서 SiC powder 첨가량 변화에 따른 금속간화합물의 두께를 관찰하였다.

### 3. 결과 및 고찰

마그네틱 바를 이용해 도금액을 교반하여 SiC powder를 분산시켰다. 이때 교반속도는 960 RPM으로 하였다. 480RPM으로 교반하였을 때 powder가 도금욕조 바닥에 침전되는 것이 관찰되어 도금욕 중 분산되는 powder의 양을 증가를 위해 960RPM으로 교반속도를 증가 시켰다. SiC particle은 그림. 2과 같이 EDS mapping을 이용하여 Si 원소의 검출을 통해 확인하였다. 그림. 2의 노란원으로 표시된 영역에서 Si의 성분이 매우 많이 검출되어 도금층에서 보이는 분산된 입자들이 SiC라는 것을 알 수 있었다. 960RPM으로 올렸을 때 증착되는 SiC particle의 분산이 그림. 3에서와 같이 480RPM에서 보다 균일하고 미세하였다.

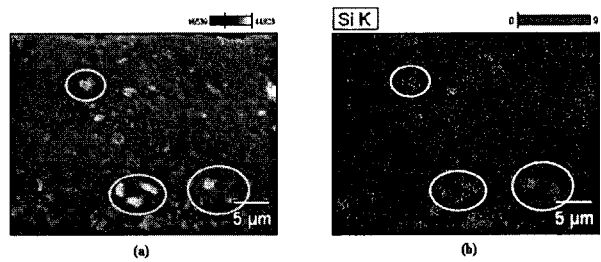


Fig. 2. SEM micrograph images(a) in Sn-Ag layer and EDS mapping image(b) detecting Si element.

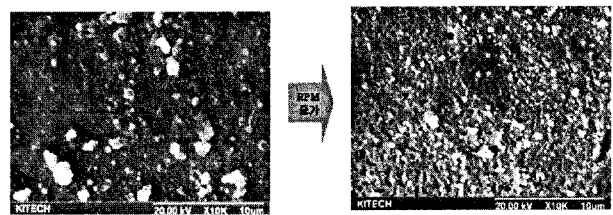


Fig. 3. SEM micrographs of electroplating layer formed with 2g/L SiC powder add to plating solution.

교반속도를 960RPM으로 고정된 후 도금액 중 리터당 2g, 4g, 6g의 SiC powder를 첨가 하였을 때 도금층 내에 분산된 SiC particle의 분산을 SEM을 통해 관찰하였다. 그림. 4와 같이 도금액에 첨가된 powder의 양이 증가하면서 도금층 내에 분산된 particle의 양이 4g/L까지는 증가 되는 것이 보이지만 6g/L에서는 4g/L와 큰 차이를 보이지 않았다.

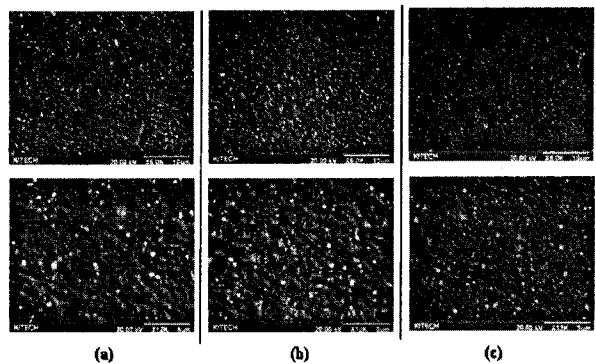


Fig. 4. SEM micrographs of electroplating layers as-plating with various amount of SiC powder : (a) 2g/L, (b) 4g/L, (c) 6g/L

위와 같이 형성된 도금층을 리플로우를 통해 그림. 5와 같이 범프를 만들고, 이때 범프와 Cu pad 간에 그림. 6과 같이 금속간화합물이 형성되

었다.

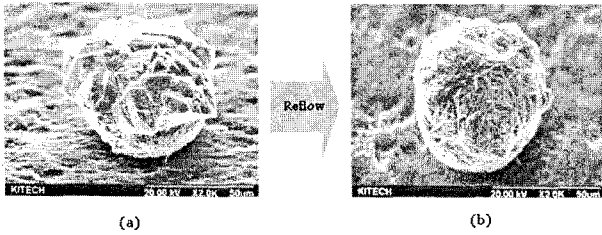


Fig. 5. SEM micrographs of bump shape before reflow(a) and after reflow(b)

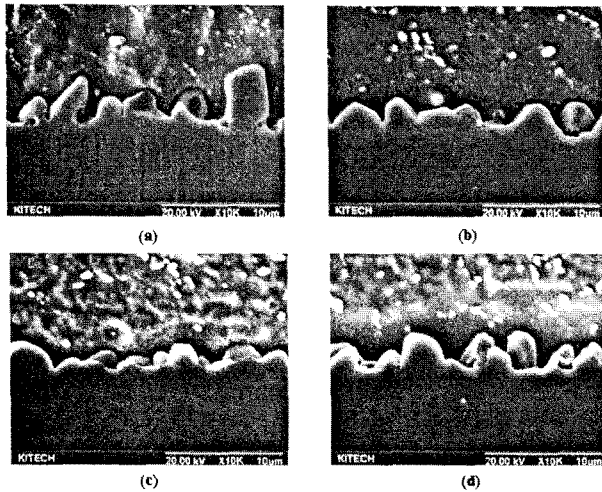


Fig. 6. SEM micrographs of intermetallic compounds as-reflow with various SiC power contents : (a) 0g/L, (b) 2g/L, (c) 4g/L (d) 6g/L

150°C에서 100시간, 400시간을 시효 처리한 범프의 금속간 화합물 두께를 각각 측정하여 그 결과를 그림. 7에 나타내었다..

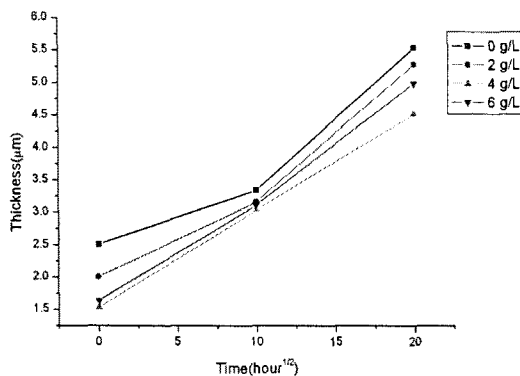


Fig. 7. Thickness of IMC with various SiC powder contents.

리플로우를 통해 형성된 금속간화합물은 시간이 지나면서 지속적으로 성장하고 그 두께는

SiC particle이 포함되면서 줄어들었으나 SiC powder가 6g/L첨가 되었을 때는 4g/L를 첨가했을 때보다 오히려 증가하였다.

#### 4. 결 론

전해도금을 이용하여 SiC particle이 포함된 솔더 범프를 형성시켰고 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 교반속도를 960RPM으로 증가시켰을 때 SiC particle의 분포가 증가시키기 전보다 균일하고 미세하게 도금되었다.
- 2) 위의 교반조건에서 형성된 솔더범프와 Cu pad 계면에서 생성된 금속간화합물은 솔더범프 내부에 SiC particle의 양이 증가 할수록 적게 형성되지만 도금액 중 4g/L를 초과할 경우 금속간화합물 성장 억제에 영향을 주지 못했다.

#### 후 기

본 연구는 2007년 산업자원부의 핵심기반기술 개발사업의 연구비에 의한 것이며, 이에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

1. H. Lau ed : Flip Chip Technologies, McGraw-Hill, New York (1995), 123
2. Jeong-Won Yoon, Jong-Woong Kim, Ja-Myeong Koo., Sang-Su Ha, Bo-in Noh, Won-Chul Moon, Jeong-Hoon Moon and Seung-Boo Jung : Flip-chip Bonding Technology and Reliability of Electronic Package, Journal of KWJS, Vol. 25, No. 2, April, 2007, 108-117
3. J. H. Lau : Solder joint reliability. (Van Nostrand Reinhold, New York, 1991) 406-449
4. S. H. Lee, C. W. Lee, N. H. Kang, J. K. Kim, J. H. Kim : Precise composition control of Sn-3.0Ag-0.5Cu lead free solder bumping made by two binary electroplating, Journal of KWJS, Vol. 46, No. 5, 2006.