레이저를 이용한 EMC제거 공정에 관한 연구

Study of EMC removal process by using laser

*홍윤석[1], 문성욱[1], 김종배[1], 최지훈[2], 윤면근[2], #남기중[3]

*Y. S. Hong(yshong@iar.re.kr)[1], S. W. Moon[1], J. B. kim[1], J. H. Choi[2] , M. G. Yoon[2] , #G. J. Nam(ginam@jettech.co.kr)[3]

[1] 고등기술연구원 로봇/생산기술센터 레이저초정밀공정팀, [2]UPS테크, [3]젯텍

Key words : EMC, UV laser, decapsulation, Epoxy Mold Compound

1. 서론

현재 전자산업의 급격한 발전에 따라 반도체 칩은 전자제품을 구성하는 중요한 부품으로서 소형화, 고직적화, 그리고 제품의 다양화로 인하여 경박 단소한 다양한 종류의 반도체 칩이 대량으로 생산되고 있다. 이에 따라 칩의 불량률도 증가하고 있다. 특히 어느 공정에서 불량률이 발생되는 것인지를 아는 것은 불량률 감소에 매우 중요하기 때문에 반도체 제조업체에서는 불량분석을 위하여 반도체 칩의 디켑슐레이션을 수해하고 있다.[1]

'디캡슐레이션'이란 패키지된 디바이스의 EMC (Epoxy Molding Compound) 또는 플라스틱 몰딩 부분을 제거하여 디바이스의 내부를 오픈(Open) 시키는 식각기술(Etching)을 의미한다.[2] 디캡슐레이션(Decapsulation)작업은 패키지된 디바이스의 공정상의 불량을 규명함으로써 전체 생산성 향상에 기여한다. 정확한 불량분석은 즉시 제조공정으로 피드백되어 수율을 높여주는 결과를 주어 전체적인 생산성 향상에 막대한 기여를 한다.[3] 이러한 기술에는 황산이나 질산과 같은 고순도의 산을 이용하여 화학적인 식각반응을 이용하는 방법이 널리 사용되어 오고 있다. 하지만 이러한 디캡슐레이션 공정은 발연질산 (Fuming Nitric Acid) 및 발연황산(Fuming Sulfuric Acid) 등의 유해한 화학물을 이용하여 수작업으로 진행함으로써 위해성에 큰 문제가 있고, 공정 재현성도 좋지 않을 뿐만 아니라 환경오염을 일으키는 원인이 되고 있다. 또한 디바이스(Integrated Devices, IC's)가 더욱 고집적화 되고 경박단소화 되어 가면서 디바이스의 종류는 매우 빠른 속도로 다양화되고 있다. 따라서 패키징 기술 또한 갈수록 다양화되고 복잡하고 정교한 기술이 요구되고 있다.[4] 이러한 기술의 요구는 메탈이나 세라믹, 유기물질을 포함하는 패키지 형태를 발전시키고 있으나 종래의 화학적 식각 기술로는 이러한 디바이스의 디캡슐레이션을 수행하는데 많은 어려움을 격고 있다.

본 연구에서는 나노초의 펄스폭을 갖는 DPSS UV 레이저를 사용하여 가능성을 확인하였다. 이러한 공정은 광을 이용한 비접촉식 가공이기 때문에 반도체 칩에 물리적 손상이 없고 가공하고자 하는 영역을 정확하게 제어할 수 있어 화학적 식각방식 보다 정교하고 매우 빠르게 가공할 수 있는 장점을 갖는다.

2. 실험장치 및 방법

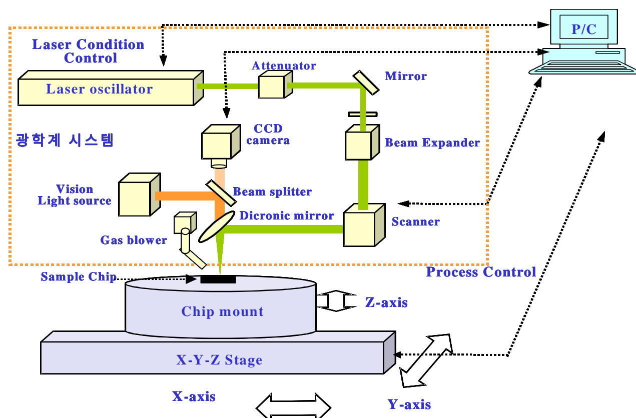


Fig. 1 Experimental set-up

Fig 1은 실험장치의 계략도를 보여준다. 레이저 디켑슐레이션 공정장치를 구성하는 시스템은 x-y-z 스테이지와 일정 영역에서 레이저를 조사하도록 하는 스캐너, 그리고 레이저로 구성되어 있다. 레이저 광원으로는 파장이 355nm 레이저인 EKSPLA사의 NL640모델을 사용하였으며 펄스폭이 6-13ns, 편광방향이 수직이며 펄스에너지는 최대 0.09mJ의 특성을 가진다. 스캐너는 Scanlab사의 scan-jin을 사용하였으며 렌즈는 초점거리 100㎜의 telecentric렌즈를 사용하여 빔 스팟 싸이즈(beam spot size)를 20㎛로 만들어 가공 하였다.

광학계의 구성은 레이저 빔의 출력을 조절할 수 있도록 레이저의 출력부에 감쇠기(attenuator)를 설치하였고, 감쇠기를 통과한 빔은 확장기(expander)를 거쳐 스캐너(scanner)에 입사 되도록 하였으며 스캐너의 x, y 거울에 의해 레이저 빔의 위치가 조절되어 원하는 가공형상을 만들 수 있도록 구성 하였다.

Fig. 2 BGA chip package

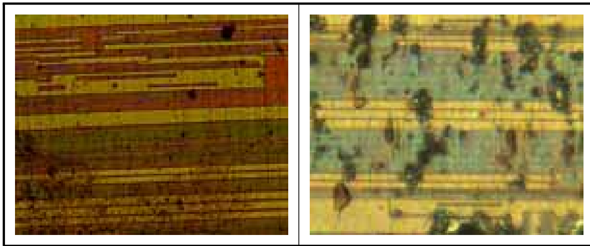
Fig 2는 실험에 사용된 BGA칩의 단면을 나타낸 것이다. 이러한 플립 칩(Flip chip)은 범프(bump) 또는 볼(ball)을 이용해 칩을 기판위에 직접 실장한 것으로 반도체 칩과 기판사이의 상호 입・출력을 위한 배선의 길이를 최소화 하여 높은 동작속도를가 지는 특징이 있다. 칩의 대략적인 구성은 IC칩 위에 골드와이어(gold wire)가 실장되어 있고 그 위에 EMC로 패키징 되어 있다.

Table. 1 EMC material property

성 분	역 활	함량(%)
에폭시	결합제로 사용	4-15
경화제	에폭시와 반응	4-10
촉매	에폭시&경화제반응촉진	< 1
무기충전제	고강도, 열전도도	70-90
커플링제	유, 무기물의결합력강화	< 1
블롬화에폭시	난연성	< 2
삼산화안티몬	난연조제	< 1
이형제	작업성	< 2
유연화제	단성률 저감	5-10
착색제	색깔부여	< 1

Table 1은 EMC의 성분과 특성을 나타내주는 것으로 무기충전제의 성분이 대부분을 차지하며 그 외의 물질 성분비를 조절하여 강도나 점도 등을 조절한다.

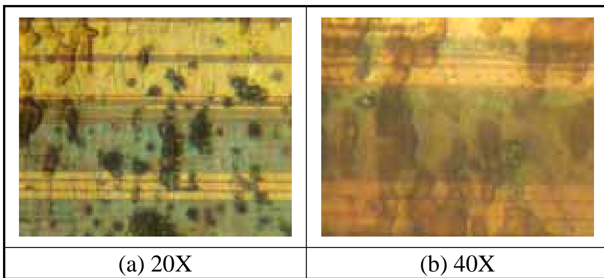
3. 실험결과



(a) Chemical (b) Laser

Fig. 3 Comparison of chemical with laser decap

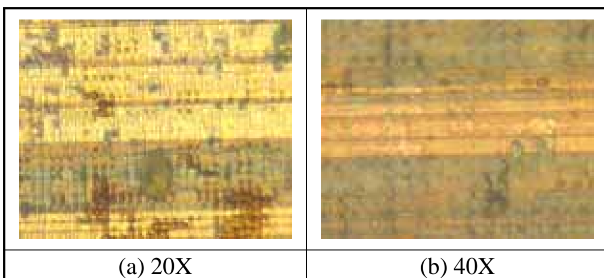
Fig 3의 (a)는 기존의 공정으로서 강산을 이용하여 디캡슐한 것이다. 위에서 보듯이 몰드와 강산의 반응으로 생성된 잔유물들이 남아있는 것을 볼 수 있다. 반면 (b)는 레이저를 이용한 공정으로 가공 중 떨어져 나가지 못한 몰드 잔유물들이 남아있는 것을 확인할 수 있다.



(a) 20X (b) 40X

Fig. 4 Effect of horizontal scan at 20kHz, 100㎜/s, 6scan

Fig 4는 레이저 반복률 20kHz, 조사속도 100㎜/s, 레이저 출력 0.5W, 조사방향은 수평으로 6회 가공한 결과이다. 그림에서 보듯이 (a)는 20배 배율로, (b)는 40배 배율로 측정한 것으로 몰드 잔유물이 남아있는 것을 알 수 있다.



(a) 20X (b) 40X

Fig. 5 Effect of cross scan at 20kHz, 100㎜/s, 3scan

Fig 5의 그림은 레이저 반복률 20kHz, 조사속도 100㎜/s, 레이저 출력 0.5W, 조사방향은 수평 수직 방향으로 3회 가공한 결과이다. Fig 4와 동일한 조사 횟수로 가공된 것이지만 레이저 빔의 조사방향에 따라 가공 결과가 다르게 나왔다. 레이저 빔을 수평방향으로 가공 시 몰드 잔유물은 남아있으나 PI 코팅층은 손상이 되지 않은 것을 확인할 수 있었고, 수평 수직방향으로 가공하면 몰드 잔유물은 상당량 제거가 되었으나 레이저 빔에 의한 PI 코팅층이 손상되어 있는 것을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 UV 레이저를 이용하여 BGA 칩의 디캡슐 공정의 가능성에 관한 연구를 수행하였다. 화학식각방법에서는 강산물질과 반응하고 남은 잔유물들이 존재하였고, 레이저 디캡공정에서는 EMC(epoxy mold compound)의 잔유물이 존재하였다. 몰드 제거를 위하여 레이저를 이용한 결과 빔의 조사를 수평방향으로 가공 시 몰드 잔유물이 상당량 존재하였으나 표면의 손상이 없었고, 수평 수직으로 가공하였을 때는 몰드 잔유물은 없었으나 PI 코팅층의 손상이 발견되었다. 테스트 결과 몰드제거를 위한 레이저 조사방법은 수직 수평 방식이 우수한 것을 알 수 있었고, PI층의 손상을 방지하기 위한 대안으로 상층부의 몰드를 제거 후, 레이저 공정과 습식공정을 병행하는 방법으로 몰드 제거에 관한 연구를 보완할 예정이다.

후기

본 연구내용은 환경기술개발사업 차세대 핵심환경기술개발사업의 일환으로 환경부의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

참고문헌

1. 홍윤석, 문성욱, 남기중, 최지훈, 윤면근, “친환경레이저 디캡슐레이션에 관한 연구”, 레이저가공학회 추계학술발표대회 논문집, pp 103-107, 2006
2. Tan Joo Lett, "Laser decapsulation of electronics package", SIMTech technical report, 2000
3. M. Kruger, J.Krinke, K. Ritter, B. Zierle, M Weber, "Laser-assisted decapsulation og plastic-encapsulated devices," Microelectronics Reliability 43, pp.1827-1831, 2003
4. H. Qiu, H. Y. Zheng, X. C. Wang, G. C. Lim, "Laser decapsulation of molding compound from wafer level chip size package for solder reflowing," Materials science in semiconductor processing, pp.502-510, 2005