

* 1, 1, 1, 1, 2, 2
1, 1, 2()

Study of the decapsulation process by using UV laser

Y. S. Hong¹, S. W. Moon¹, H. S. Bae¹, G. J. Nam¹, J. H. Choi², M. G. Yoon²

¹ Institute for Advanced Engineering, ²UPS Technology Co, Ltd

Key words : Laser Decapsulation, UV laser, Electronics Packages

1.

현재 전자산업의 급격한 발전에 따라 반도체 칩은 전자제품을 구성하는 중요한 부품으로서 소형화, 고집적화, 그리고 제품의 다양화로 인하여 경박 단소한 다양한 종류의 반도체 칩이 대량으로 생산되고 있다. 이에 따라 칩의 불량률도 증가하고 있는데 이것은 생산업체의 큰 손실을 초래하는 원인이 되고 있다. 특히 어느 공정에서 불량률이 발생하는 것인지를 아는 것은 불량률 감소에 매우 중요하기 때문에 반도체 제조업체에서는 불량분석을 위하여 반도체 칩의 디캡슐레이션을 수행하고 있다.

‘디캡슐레이션’이란 패키지된 디바이스의 EMC (Epoxy Molding Compound) 또는 플라스틱 몰딩 부분을 제거하여 디바이스의 내부를 오픈(Open) 시키는 식각기술(Etching)을 의미한다. 디캡슐레이션(Decapsulation)작업은 패키지된 디바이스의 공정상의 불량을 규명함으로써 전체 생산성 향상에 기여한다.

현재 이러한 기술에는 황산이나 질산과 같은 고순도의 산을 이용하여 화학적인 식각반응을 이용하는 방법이 널리 사용되어 오고 있다. 그러나 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. 이러한 기술의 요구는 메탈이나 세라믹, 유기물질을 포함하는 패키지 형태를 발전시키고 있으나 종래의 화학적 식각 기술로는 이러한 디바이스의 디캡슐레이션을 수행하는데 많은 어려움을 겪고 있다.

본 연구에서는 레이저를 이용한 건식 방법을 사용하였다. 이러한 방법은 광을 이용한 비접촉식 가공이기 때문에 반도체 칩에 물리적인 손상이 없고, 가공하고자 하는 영역을 정확하게 제어 할 수 있어 화학적 기술보다 정교하고 매우 빠르게 가공할 수 있는 장점을 갖는다. 본 연구에서는 패턴에 열 손상 없이 빠른 시간에 가공 할 수 있는 나노초 펄스폭을 갖는 UV 레이저를 사용하여 가능성을 확인하였다.

2.

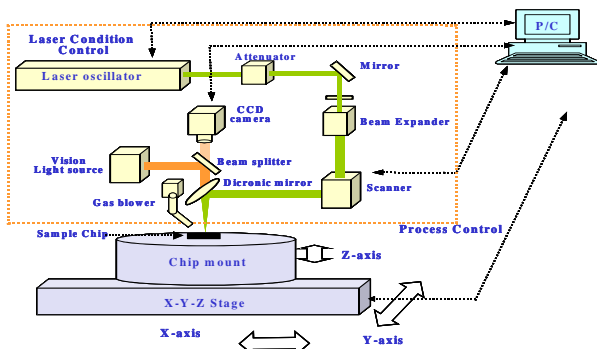


Fig. 1 Experimental set-up

Fig 1은 실험장치의 개략도를 보여준다. 레이저 디캡슐레이션 공정장치를 구성하는 시스템은 x-y-z 스테이지와 일정 영역에 레이저를 조사 하도록 하는 스캐너, 그리고 레이저로 구성되어 있다. 레이저 광원으로는 파장이 다이오드 펌핑 Nd:YAG 레이저 3차원 조화파(355nm)를 사용하였다. 스캐너는 Scanlab 사의 scan-jin을 사용하였으며 렌즈는 초점거리 100mm의 F-θ렌즈를 사용하였다.

레이저 빔의 출력을 조절할 수 있도록 레이저의 출력부에 감쇠기(attenuator)를 설치하였고, 감쇠기를 통과한 빔은 확장기(expander)를 거쳐 스캐너(scanner)에 입사하게 된다. 스캐너의 x, y축 거울에 의해 레이저 빔의 위치가 조절되어 원하는 가공형상을 만들 수 있다.

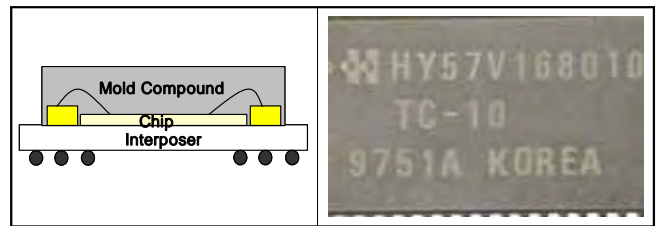


Fig. 2 Schematic view of DRAM sample

실험에 사용된 샘플은 H사와 S사의 단면 램(Dram)을 사용하였다.

3.

Fig 3은 단계별 가공정도를 나타내주는 것으로 gold wire는 상층부에 실장 되어있어 먼저 노출이 되고 마지막으로 chip이 노출되게 된다. 본 실험에서 laser decapsulation 공정은 패턴이 없는 상층부의 몰드를 빠르게 제거하기 위해 스캔속도(scan speed)를 느리게 하여 많은 양이 제거되게 하였고, 패턴이 나타나는 층에서는 스캔속도를 빠르게 하여 gold wire에 손상을 주지 않도록 하여 실험하였다.

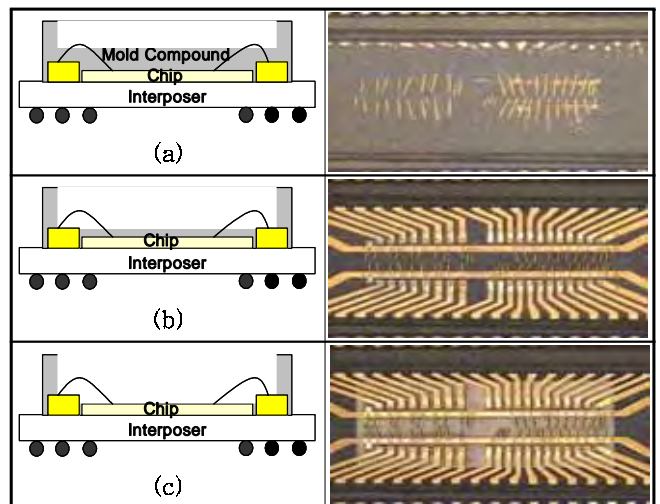


Fig. 3 Schematic view of decapsulation process at 1.5W, 10kHz, and 100mm/s ; (a) 2scans, (b), 4scans, (c) 7scans

Fig 4는 레이저 출력 2W, 펄스 반복속도(pulse repetition rate) 60kHz, 조사속도(scan speed) 100 mm/s로 2회 가공 후 패턴이 보이는 층에서 조사속도 300mm/s 및 500 mm/s의 속도로 2회 가공한 결과이다. 그림에서 보듯이 스캔 속도가 느릴수록 몰드 표면에 입사되는 레이저 빔이 많아지게 되므로 (a)의 표면이 (b)보다 더 가공되어 있음을 알 수 있다.

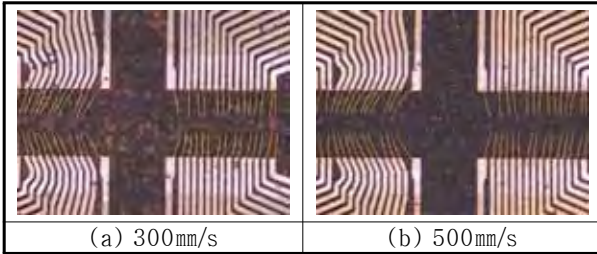


Fig. 4 Effect of scan speeds after removal of molds at 2W, 60kHz, 100mm/s, and 2scans

Fig 5는 레이저 출력 2W, 펄스 반복속도 60kHz, 조사속도 100 mm/s로 2회 가공 후 패턴이 보이는 층에서 조사속도 500 mm/s의 속도로 2회, 4회 가공한 결과로 조사수가 4회 정도일 때 표면의 몰드가 거의 제거됨을 볼 수 있다.

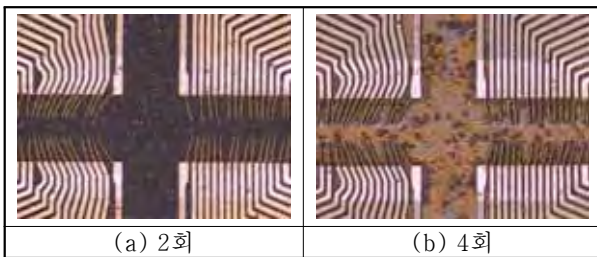


Fig. 5 Effect of exposure number after removal of molds at 2W, 60kHz, 500mm/s, and 2scans

Fig 6은 레이저 출력 1.7W, 펄스 반복속도(pulse repetition rate) 60kHz, 조사속도(scan speed)100 mm/s로 1부터 8회까지 조사 횟수를 증가시키며 실험한 결과이다. 이 실험은 선행 공정 없이 조사수를 점차 증가시켜 실험한 것으로 gold wire에 손상을 방지하기 위하여 낮은 출력에서 여러 번 반복 실험 하였다. 실험결과 레이저 빔의 조사 횟수가 증가 하면 금속 패턴의 몰드 잔유물은 쉽게 제거가 가능하였으나 gold wire와 chip 사이의 몰드 잔유물은 가공 후에도 존재하였다.

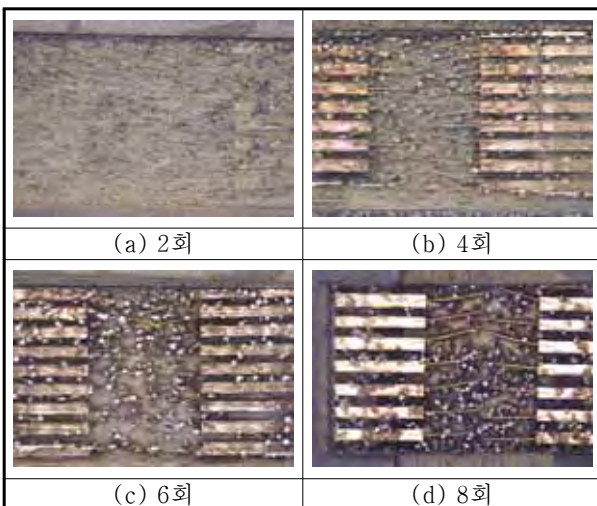


Fig.6 Effect of scan number at 1.7W, 60kHz and 100mm/s

Fig 7은 몰드를 완전히 제거하기 위하여 조사 횟수를 증가시켜 가공한 결과이다. 그림에서 보듯이 chip과 wire 주변의 몰드는 제거되었으나 chip에 선 모양의 열적 손상이 있음을 알 수 있었다. 이러한 손상은 조사 횟수가 증가함에 따라 몰드가 제거된 표면이 반복적으로 레이저 빔에 노출되어 손상이 일어난 것으로 보인다.

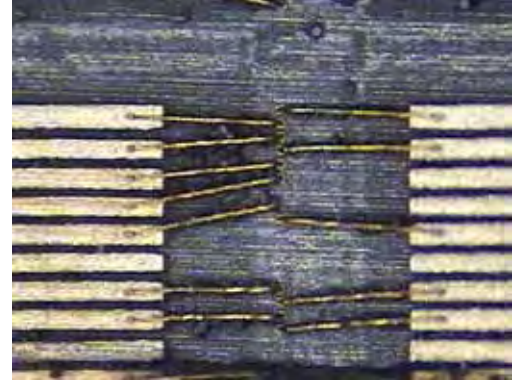


Fig. 7 Damage of gold wire bond after laser decapsulation

4.

본 연구에서는 나노초 펄스폭을 갖는 355nm 파장의 UV laser를 이용하여 컴퓨터에 사용되는 DRAM을 패키징 하고 있는 몰드 디캡슐 공정 가능성에 관한 연구를 하였다. 몰드 상층부를 제거 할 때 레이저 출력 2W, 60kHz, 100mm/s의 조건으로 2회 가공할 때 가장 우수하였고, chip이 실장 되어있는 하층부까지 가공하기 위해서는 2W, 60kHz, 500mm/s의 조건으로 7회 이상을 가공해야 제거되었다.

상층부에 있는 몰드는 빠른 시간 안에 제거가 가능 하였으나 wire와 패턴 사이의 몰드 잔유물은 제거하기 어려웠다. wire와 패턴 사이의 몰드 잔유물을 제거하기 위해 레이저의 조사 횟수를 증가시키면 몰드가 제거된 상층부의 영역이나 gold wire에 손상이 나타나는 것을 알 수 있었다. 이러한 손상을 방지하기 위한 대안으로 상층부의 몰드를 제거 후, 회로 표면에 손상이 가하지 않을 정도의 레이저 출력으로 반복 가공을 하거나, 향후에는 다른 종류의 레이저를 이용하여 클리닝 공정을 이용하여 몰드 제거에 관한 연구를 보완할 예정이다.

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

1. Tan Joo Lett, "Laser decapsulation of electronics package"
2. M. Kruger, J.Krinke, K. Ritter, B. Zierle, M Weber, "Laser-assisted decapsulation og plastic-encapsulated devices," Microelectronics Reliability 43, 1827-1831, 2003
3. 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, 502-510, 2005