

반도체 후공정중 고출력 펄스 레이저를 이용한 몰딩 잔여물 제거

Cleaning of molding residue by high power pulsed laser in the back end of the semiconductor manufacturing process

이오테크닉스

조주희, 이충신, 한유희

I. 서론

반도체 후공정 중에는 반도체 칩의 전기적, 화학적, 물리적 보호를 위한 Molding 과정이 있다. 이때 사용된 EMC(Epoxy Mold Compound)가 칩에서 발생하는 열을 효과적으로 방출하기 위해 부착된 열 방출판(Heat Slug)위로 흘러나오거나 Lead위로 흘러나와 몰딩 잔여물이 생기게 된다. 이 몰딩 잔여물을 Flash라 지칭하는데, Lead위로 흘러나온 것은 다른 공정에서 쉽게 제거되지만 Heat Slug위의 Flash는 제거되지 않아서 이를 제거하는 Deflash 공정이 필요하다. 지금까지 Deflash 공정은 주로 화학적인 방법과 함께, Water Jet을 이용하는 물리적인 방법을 혼용하거나 전기 분해 방법으로 이루어져 왔다. 이는 화학 약품 소모와 함께 Water Jet이 용 시, Nozzle을 자주 교체해야 하기에 유지비용의 부담이 크고, 화학 약품을 이용하기 위하여 작업 방을 옮겨 주어야 하거나 Water Jet이용 후 Dry 하는 시간이 추가적으로 필요로 하는 등 작업 공정이 또한 번거로워서 In-Line System으로 부적절한 단점을 가지고 있다. 더욱이 화학 약품 사용은 환경문제를 안고 있기 때문에 대부분의 반도체 외주 조립 업체들은 이를 위한 개선 방법을 찾고 있는 중이다. 더욱이 근래 들어 반도체 칩의 소형화, 고속화에 따라 열 방출판을 가지고 있는 반도체 칩의 수요가 증가되어 가고 있다. 예를 들어, Cellular phone의 IC Package의 경우 RF, IF, Digital 등의 section에서 쓰이는 반도체 package칩이 일반 package칩에서 Heat Slug를 포함한 ePad package칩이나 MLF package로 바뀌었다. 따라서 기존 화학적, 기계적 Deflash 방법을 대체할 수 있는 다른 방법이 시급하게 필요하게 되었다.

이를 위한 대안으로서 가장 유력한 후보라 할 수 있는 Laser를 이용한 Deflash 방법은 지금까지 방법들의 단점을 보완해 줄 수 있다. 일반적인 Deflash과정 중에 생기는 Die Delamination을 줄일 수 있고, 화학 공정이 불필요하기에 환경 친화적이면서도 공정 작업을 단순화 혹은 In-line System화 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이에 본 논문에서는 이러한 가공 특성에 맞는 레이저 클리닝 장비를 구성하여 가공 여부를 확인하고 적용성을 알아보고자 한다.

II. 실험방법

Laser를 이용한 Deflash를 위해 [그림 1]과 같이 실험장치를 구현하였다. 실험에 쓰인 레이저는 2nd harmonic Nd:YAG 고체 레이저로서 Pulsed Q-switching type이며 파장은 532nm, 평균 출력은 반복율 120Hz에서 20W이고 펄스 폭은 약 8ns이다. 레이저의 On/Off는 컴퓨터에 의해 제어된다. 또한, Motor를 이용하여 Lens 사이의 간격을 조절할 수 있도록 만든 Lens Assy도 컴퓨터를 이용하여 제어할 수 있다.

빔의 위치를 제어하기 위한 X-Y 갈바노 스캐너의 동작 또한 컴퓨터에 의해 전용 S/W에 의해 제어된다. 갈바노 스캐너에 의해 반사된 빔은 최종적으로 f- θ lens에 의해 집속되어

가공물에 조사된다. 본 실험에 사용된 $f-\theta$ lens에서 얻어지는 초점면에서의 빔의 직경은 컴퓨터에 의해 Lens Assy내의 Lens의 위치를 변화시키어 컴퓨터의 의해 조절할 수 있도록 하였다. 실제 초점에서의 빔은 중앙에 레이저 강도가 집중되어 있어서 Lead에 손상을 가하기 쉽기에 Defocus된 위치에 시료를 놓고 실험하였다. 대략 실험 위치에서의 레이저 빔의 크기는 0.8 mm ~ 2.5 mm 정도로 변화 가능하다. 이 때, 집속된 영역에서의 레이저빔의 peak power는 대략 수 $10^8 \sim 10^9$ W/cm² 이다.

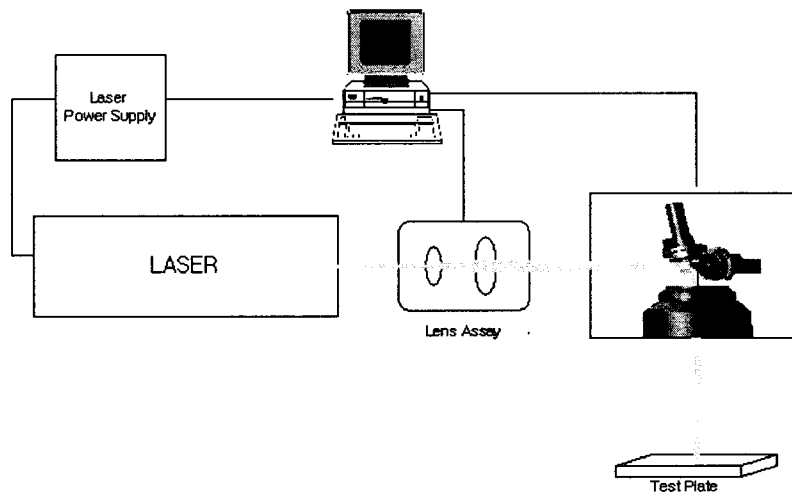


그림 1. 실험 장치

가공물로는 Flash 두께가 약 1~15 μ m 정도로 덮여져 있는 MLF(Micro Lead Flame) Package를 이용하였다. MLF package의 경우, Packaging 되어 있는 Chip 하나의 크기가 4mm x 4mm 정도로 매우 작기에 Flash를 제거하고자 하는 Heat Slug나 Lead이외의 부분에서 손상이 가해질 수 있다. 이에 Heat Slug 및 Lead형태로 된 Mask를 시료위에 부착하여 그 손상을 최소화하였다.

III. 결과 및 고찰

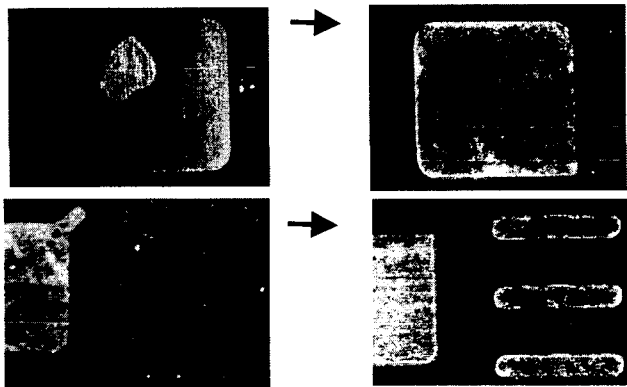
반도체 공정상 Flash 두께를 임의로 선택하여 만들 수 없기 때문에 이미 생성된 Flash의 두께를 Lead Flame을 기준으로 하여 상대적인 양을 측정하고, 레이저의 출력을 변화시키면서 모두 제거했을 때의 레이저 강도를 측정하였다.

대략 9 μ m의 두께를 제거시킬 때에 약 530MW/cm²의 레이저 강도가 필요하였다. 짧은 펄스 폭(수ns)으로 침투 출력이 높은 레이저가 입사하는 본 실험과 같은 경우에는 플라즈마의 생성 및 팽창으로 인한 레이저 어블레이션 현상이 나타나 이때 생겨나는 충격파에 의해 기계적 충격을 주게되는 방법으로 클리닝현상을 설명할 수 있다. C-H재료의 경우에는 대략 다음과 같은 식으로 나타내질 수 있다.

$$P_a = 6.5 \times I_0^{0.7} \times \lambda^{-0.3} \times \tau^{-0.15} \quad (1)$$

여기서 I_0 는 입사된 레이저 강도이며, λ 는 레이저 파장, τ 는 펄스 폭이다.

위의 식에 근거해서 계산해보면 본 실험에서 구성된 장치에 의해 제거될 때 가해진 어블레이션 압력은 Flash의 두께에 따라 약 3000 ~ 6000 bar 정도로 가해지어 금속 표면인 Heat Slug나 Lead Frame에는 변형이 일어나지 않고 Flash를 제거할 만한 압력이 발생되었음을 유추할 수 있다. 아래 [그림 2]는 클리닝 전후의 시료사진이다.



가공 전

가공 후

그림 2. 레이저 가공 전후의 시료 사진

가공속도는 대략 $1.3\text{sec}/\text{cm}^2$ 정도로 측정되었다.

IV. 결론

몰딩 잔여물인 Flash를 고출력 펄스 레이저를 이용하여 제거할 수 있는 시스템을 구성하고 Flash를 제거하는 경우에 대한 양상을 살펴보았다. 실제로 $1 \sim 15 \mu\text{m}$ 의 Flash가 덮인 경우에 금속 표면에 손상을 가하지 않고 Flash만 제거할 수 있음을 알 수 있었다. 또한 레이저로 Flash를 제거한 후에 Chip test를 해 본 결과 chip에는 전혀 손상이 가해지지 않았음을 알 수 있었다. 따라서, 레이저를 이용한 Deflash방법이 효과적으로 기존의 화학적, 기계적 Deflash방법을 대체할 수 있는 대안이 될 수 있음을 알 수 있었다.

V. 참고문헌

1. 이종명, 레이저와 청정가공 한림원 2002. 7
2. C. R. Phipps et al. J. Appl. Phys. **64** (3), 1 August 1988
3. US Patent 5961860, Pulse Laser Induced Removal of Mold Flash on Integrated Circuit Package, Oct.5, 1999