

반도체 리드프레임의 피어싱 공정에 관한 연구

*김현수¹, 이희안², 김화정³, 김현필⁴, 김용조⁵

¹경남대학교 기계자동화공학부, ²(주)삼성테크윈, ^{3,4}한국폴리텍 VII대학 컴퓨터응용기계과, 컴퓨터응용금형과, ⁵경남대학교 기계자동화공학부

A Study on the Piercing Process of a Semiconductor Lead Frame

*H. S. Kim¹, H. A. Lee², WH. J. Kim³, H. P. Kim⁴, Y. J. Kim⁵

¹Div. of Mech. Eng. & Auto., Kyungnam Univ., ²Samsung Techwin Co., Ltd., ³Dept. of Mech. Technology, ⁴Dept. of Die & Mold Technology, Korea Polytechnic VII, ⁵Div. of Mech. Eng. & Auto., Kyungnam Univ.

Key words : Lead Frame, Piercing Process, Clearance, Punching Force

1. 서론

오늘날 반도체의 성능은 빠른 속도로 향상되고 집적도가 증가되어 리드프레임의 정밀도, 제품의 품질 등이 높아지고 있다. 현재 리드프레임의 제조공정에서는 ILP(Inner Lead Pitch)가 점점 작아지고 가공의 정도가 높아지면서 전단력이 증가하게 되고, 이로 인하여 펀치와 다이의 파손 또는 다이에 스크랩이 막혀 생산의 막대한 손실을 초래하는 경우가 자주 발생한다.

실험을 통해 리드프레임의 피어싱 공정의 특성을 규명하기 위해서는 소재의 특성, 금형의 가공 정밀도, 실험장비 등의 측정밀도가 요구되기 때문에 실험에 많은 어려움이 따르고 있다. 이런 이유로 인해 박판의 리드프레임의 전단특성에 관한 연구는 유한요소해석을 이용한 이론적 연구가 주로 이루어지고 있다.

Jeong 등⁽¹⁾은 Deform 2D를 이용하여 펀치와 다이 틈새에서 발생하는 소재의 전단과정을 해석을 통해 요소제거 기법을 통한 전단공정의 해석이 가능함을 최초로 제시하였으며, Taupin 등⁽²⁾은 연성 파괴기준을 적용하여 블랭킹 공정을 해석과 실험을 실시하고 전단과정을 비교하였다. 이외에도 리드프레임의 정밀도 향상에 관한 연구들⁽³⁻¹⁰⁾을 찾아볼 수 있으며, 이들의 연구는 대부분 블랭킹 공정에서 금형의 클리어런스에 따라 발생하는 전단면의 특성에 대한 연구이다. 리드프레임 성형의 피어싱 공정에서 클리어런스의 변화에 따라 전단과정에서의 하중, 제품의 치수, 버의 크기 등에 미치는 영향을 종합적으로 고려한 연구는 미미한 실정이다.

따라서 본 연구는 반도체 리드프레임 피어싱 공정에 있어 클리어런스의 변화에 따라 하중, 제품 외곽치수 및 버에 대한 영향을 고찰하고자 하였다. 이를 위해 실제 반도체 리드프레임에 사용되는 제품을 적용하여 금형을 제작하고 실험을 통해 분석하였다.

2. 리드프레임 피어싱 실험

2-1 실험장치

리드프레임 피어싱 실험을 실시하기 위해 Fig. 1(a)와 같이 실험금형을 제작하였다. 실험금형의 크기는 150×180×200mm이고, 다이 플레이트와 스트리퍼 플레이트는 STD11로 제작을 하였으며, 피어싱 펀치는 리드프레임에 사용되는 사각 형태로 8.750mm이며 다이는 인서트 타입으로 설계하였으며 펀치와 다이의 재질은 내마모성이 우수한 초경재질(WC)을 선택하였다.

실험에 사용된 피어싱 펀치와 인서트 다이의 형상을 Fig. 1(b)에 나타내었다.

2-2 실험방법

리드프레임 피어싱 실험에 사용된 스트립의 재질은 Cu alloy (C194)와 Ni alloy(AI-42)을 사용하였으며, 두께는 리드프레임용으로 0.25mm이하를 사용하는 관계로 각각 C194, 0.125mm와 AI-42, 0.150mm의 초 박판을 사용하였다.

리드프레임 피어싱 실험은 실험금형을 만능시험기(Instron)에 장착하여 실시하였다. 피어싱 실험 시 타발속도는 일정하게 유지하였으며 윤활은 고려하지 않았다.

피어싱 가공 결과를 고찰하기 위해 피어싱 펀치를 기준하여 다이의 클리어런스를 4 μ m ~ 34 μ m 범위에서 12종류로 선택하였으며, 16 μ m 이하에서는 2 μ m 단위로 적용을 하고 18 μ m 이상은 4 μ m 단위로

다르게 적용하여 실시하였다. 피어싱 실험 횟수는 실험의 신뢰성 확보를 위해 4~8회 실시하여 데이터를 획득하였다. 소재의 이송은 구멍간의 간섭을 피하기 위해 충분한 이송 피치를 주고 실험을 실시하였다.

리드프레임의 치수 분석은 투영기(profile projector)를 사용하였고, 투영기의 스크린 유효직경이 600mm이고 5배~200배 렌즈를 장착한 것으로 반도체 부품의 정밀 측정에 사용되는 장비이다. 리드프레임의 단면분석을 위하여 Z축 측정 범위가 150mm이며 버의 단차(높이, 깊이)의 정밀 측정이 가능한 Focusing aid 기능을 장착하여 반사투과 조명 겸용 타입의 금속 현미경(measuring microscope)을 사용하였다.



(a) Piercing die set (b) punch & dies
Fig. 1 Piercing punch & dies for piercing of the lead frame

3. 실험 결과 및 고찰

3-1 전단력에 대한 클리어런스의 영향

리드프레임 피어싱 공정의 전단과정에 대한 전단력-스트로크(punching force-stroke) 관계를 Fig. 2에 나타내었다. 클리어런스의 증가에 따라 전단력에는 미미한 차이가 있으므로 다이의 클리어런스 6 μ m, 12 μ m, 18 μ m, 26 μ m, 34 μ m의 경우에 대해서만 데이터를 비교하여 분석하였다.

피어싱 초기에서는 펀칭 스트로크가 증가하면서 스트리퍼(stripper plate)가 서서히 소재를 눌러주는 단계로 작용 하중이 거의 1.8kN 까지 증가하며, 펀칭 스트로크 0.5mm 이상에서 펀치는 소재에 닿아 변형이 시작되며 하중이 급격히 증가한다. 소재가 펀치에 의해 직접 전단되는 단계에서는, 하중의 변화가 거의 없이 전단과정이 진행되어지는 것을 알 수 있다. 그리고 소재가 파단되어 지며 하중이 급격히 떨어지는 마지막 단계의 피어싱 공정을 확인할 수 있다.

Fig 2의 확대도에서 클리어런스가 증가함에 따라 펀칭하중은 감소되는 경향을 나타내고 있으며, 펀칭 스트로크는 약간씩 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 클리어런스가 증가함에 따라 소성변형이 많이 발생하여 돌림면이 커지게 되어 실제 전단되는 면이 작아지기 때문으로 분석된다. AI-42 소재도 비슷한 형태를 나타내므로 그림을 생략하였다.

C194를 이용한 리드프레임의 피어싱 공정에 대한 실험결과로부터 클리어런스가 전단력에 미치는 영향을 Fig. 3에 나타내었다. 클리어런스가 10 μ m이하, 즉 8%보다 작을 때는 클리어런스가 커짐에 따라 소재의 전단력이 현저히 감소하고, 클리어런스가 10 μ m보

다를 때에는 전단력의 저하가 다소 완만한 곡선의 형태로 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 그러나 클리어런스가 22 μm (17.6%)를 넘어서면서 클리어런스가 증가해도 전단력은 감소하지 않고 평균 3.57kN 범위에서 그대로 유지하는 것을 알 수 있다.

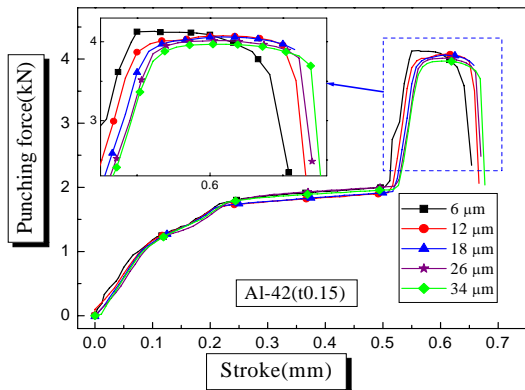


Fig. 2 Punching forces according to the punching stroke for C194

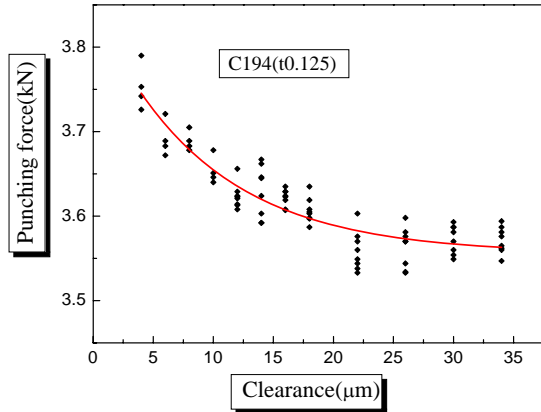


Fig. 3 Piercing forces according to the clearance for C194

3-2 파단면과 클리어런스의 연관성

소재 C194를 사용하여 피어싱 실험한 후 전단과정에서 발생된 단면상태를 Fig. 4에 나타내었다. 여기서 피어싱 전단과정을 거치면서 처음 눌림면이 발생되며, 이어 전단면(burnish depth)과 파단면(fracture depth)이 발생하는 것을 확인할 수 있다.

Fig. 4에서 클리어런스의 증가에 따라 눌림면과 파단면이 점차 증가하고 전단면은 감소하는 것을 확인할 수 있다.

Fig. 5는 소재 Al-42를 사용하여 피어싱 실험한 후 전단과정에서 발생된 단면상태를 나타낸 결과이다. 소재 C194와 Al-42의 단면 변화는 거의 비슷한 결과이나 C194의 경우는 클리어런스가 증가함에 따라 파단면이 크게 증가하는 반면, Al-42의 경우에는 클리어런스가 증가함에 따라 눌림면이 크게 증가되어 나타나는 결과를 확인할 수 있다.

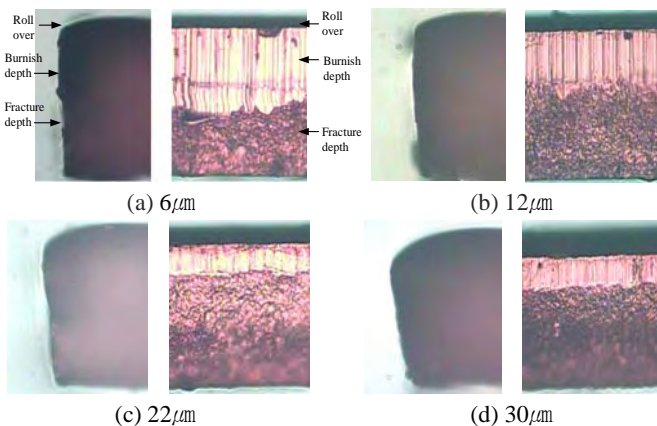


Fig. 4 Photographs of fracture section by piercing of C194

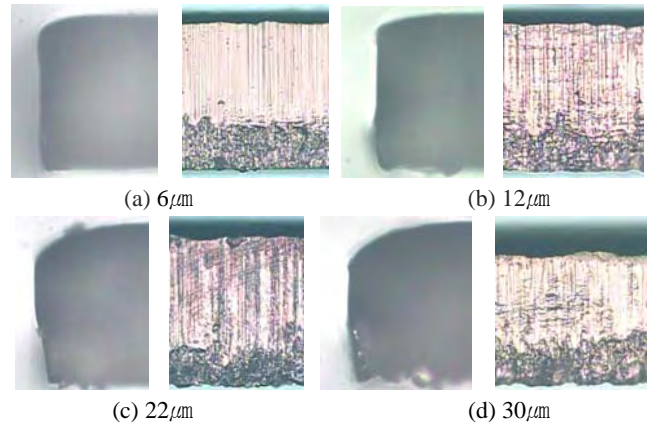


Fig. 5 Photographs of fracture section by piercing of Al-42

Fig. 6에 클리어런스의 증가에 따라 피어싱 시 발생하는 버 높이(burr height)의 변화를 나타내었다. 클리어런스 량이 적은 8% 이하의 범위에서 버 높이는 3 μm 이하로 클리어런스 변화에 따른 버 높이가 완만히 증가하는 경향을 나타내고 있다. 12% 이상이 되면 클리어런스가 증가함에 따라 버 높이가 크게 증가하는 경향을 나타내고 있다.

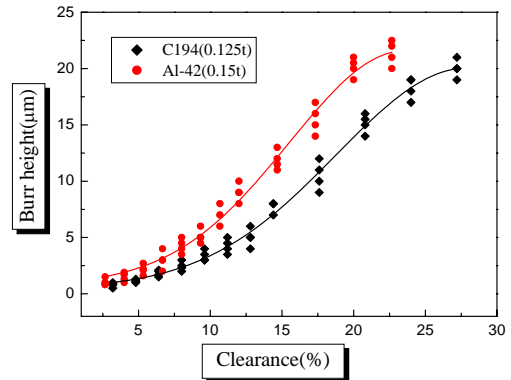


Fig. 6 Burr height according to the clearance for C194 and Al-42

4. 결론

본 연구에서는 소재 C194, Al-42를 사용하여 클리어런스 량에 따른 반도체 리드 프레임의 피어싱 공정에 대한 연구를 수행하였다. 이상의 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 피어싱 전단력은 클리어런스가 증가함에 따라 감소하고, 클리어런스 량이 8% 이하로 적어질수록 전단력이 급격히 증가하였다.
- 2) 버의 높이는 소재 두께에 대한 클리어런스 량이 8% 이하에서 매우 작게 발생하였으나, 12% 이상이 되면 클리어런스의 증가에 따라 버 높이는 급격히 증가하였다.
- 3) 클리어런스의 증가에 따라 눌림면과 파단면이 크게 증가하고 전단면이 감소하는 경향을 알 수 있었다.

참고문헌

1. (1) Jeong S. H., Kang J. J., and Oh S. I., "A study on shearing mechanism by FEM simulation", Proc. 5th Int. Con. on Tech. of Plasticity, Vol.2, pp. 631-634, 1996.
- (2) Taupin E, Breitling J., Wu W. T., and Altan T., "Material fracture and burr formation in blanking results of FEM simulations and comparison with experiments", J. Mat. Proc. Tech., Vol. 59, pp. 68-78, 1996.
- (3) Ceretti E., Taupin E., and Altan T., "Simulation of metal flow and fracture applications in orthogonal cutting, blanking, and cold extrusion", Annals of the CIRP, Vol. 46 No. 1, pp. 187-190, 1997
- (4) 고대철, 김철, 김병민, 최재찬, "요소제거기법에 의한 판재 전단 가공의 유한요소 시뮬레이션", 한국정밀공학회지, 제13권, 제11호, pp. 114-123, 1996