

## 반도체 리드프레임의 형상 동결성에 관한 연구

조형근\* · 김동환\*\* · 이선봉\*\*\* · 김병민\*\*

### The Prediction of Deflection for the Shape Fixability on the Stamped Lead Frame

H. K Cho, D. H Kim, S. B Lee and B. M Kim

#### Abstract

IC lead frame needs the precision shape for good efficiency. In the blanking process, there are many parameter effected the dimensional accuracy : lead width, blanking order, stripper force, tool clearance etc. In this research, the4 undesirable defects appeared in the final blanking process. so we measured the deflection of lead according to the stripper force using PAM-STAMP<sup>TM</sup>. In the result, the deflection was decreased by increasing the stripper force properly. and we changed the blanking order on the test model. In the blanking order, deflection is good from the outer line position blanking to center line position. so we can design the precision die without tryout by the prediction of the lead deflection.

**Key Words** : Lead Frame, Blanking Process, Blanking Order, Stripper Force, Deflection.

#### 1. 서 론

우리나라의 전자산업은 80년대 후반 이후 가정용 전자 제품의 수출 및 산업화의 진전에 힘입어 꾸준히 발전해 왔다. 특히 반도체 리드프레임(Lead frame)은 전체 산업의 성장률을 주도하는 핵심부분으로 자리 잡았다.

리드 프레임은 반도체 패키지(Package)의 내부와 외부 회로를 연결해 주는 전기 도선의 역할과 반도체의 칩(Chip)을 지지해 주는 버팀대의 역할을 하는 반도체의 핵심부품이다.

이러한 반도체 리드프레임의 생산방식은 크게 에칭가공(Etching process)과 타발가공(Blanking process)으로 나

누어진다. 타발가공에 의한 제조는 에칭가공에 비하여 비용측면에서 우수한 반면, 전단 시 탄성, 소성변형으로 인한 제품의 결함을 가져온다. 따라서 반도체 칩의 소형화, 정밀화추세에 따라 리드프레임의 치수정밀도 및 형상정밀도는 제품의 성능에 직결된다.

프로그래시브(Progressive)공정에서 제품정밀도에 영향을 미치는 공정인자는 소재의 재질, 금형의 정적·동적 정밀도, 공구 클리어런스(Clearance), 프레스(Press)기의 정적·동적 정밀도, 블랭크홀더, 윤활, 가공속도, 온도 등 여러 가지가 있다. 이런 공정조건들의 영향으로 리드프레임의 잔류응력의 불균일에 의한 비틀림이 정밀도 저하의 원인이 되고 있다. Ko<sup>(1)</sup> 등은 연성파괴기준을 적용하여

\* 부산대 대학원 정밀기계공학과

\*\* 부산대 정밀정형 및 금형가공연구소

\*\*\* 대우통신(주)

제거되는 요소의 강성(Stiffness)값을 작게 만들어 다른 요소에 영향을 미치지 못하도록 하는 Kill Method법을 제안하였다. Jeong<sup>(2)</sup> 등은 Deform을 이용하여 파괴기준을 설정하여 전단면의 형상을 관찰하였다. Taupin<sup>(3)</sup> 등은 클리어런스, 재료, 공구마모에 대한 영향을 관찰하였다. Faura<sup>(4)</sup> 등은 ANSYS를 이용하여 블랭킹 공정의 최적 클리어런스를 찾는 방법을 제안하였고, Samuel<sup>(5)</sup> 은 다목적 유한 요소 해석 코드인 MARC를 이용하여 공구형상반경의 영향을 관찰하여 공구의 마모에 대한 영향을 고려하였다. Jimma<sup>(6)</sup> 등은 I형 리드의 블랭킹 순서, 클리어런스 불균등, 스트리퍼력이 제품의 정밀도에 미치는 영향을 실험적으로 검토하였다. Cheon<sup>(7)</sup> 등은 스트리퍼형상이 최종 리드의 형상에 미치는 영향을 Deform를 이용하여 제시하였다. Lim<sup>(8)</sup> 등은 리드의 직선 부와 곡선 부의 곡률 반경을 변화시키며 전단면의 형상을 비교하였고, Deform을 이용하여 클리어런스에 따른 전단면의 형상을 관찰하였다. 기존의 연구들은 전단면의 형상에 관하여 여러 관점으로 연구가 이루어져 왔지만, 타발순서에 따른 응력 불균일이 제품의 형상 정밀도에 관한 연구는 거의 이루어지지 못하였다.

본 연구에서는 금형의 정적·동적 정밀도의 영향들 중에서 타발순서(Blanking order)와 스트리퍼력(Stripper force)에 따른 소재의 잔류응력에 의한 비틀림의 영향을 연구하고자 한다. 리드 프레임의 형상정밀도 향상을 위한 타발순서의 영향을 파악하기 위하여 시험모델을 선정하여 비교, 평가하였다.

PAM-STAMP<sup>TM</sup>를 이용한 해석결과와 실험결과를 비교하였으며, 제품결합 발생을 방지하기 위하여 비틀림에 대한 스트리퍼력의 영향을 조사하였다.

## 2. 소재 물성 평가

반도체 리드 프레임의 유한요소해석을 위해서는 정확한 물성치 확보가 필요하다. 따라서 본 연구에 사용된 두께 0.254mm의 C194의 특성을 파악하기 위하여 ASTM E-8 규격의 인장 시편을 제작하여 10ton 용량의 Instron 만능 시험기에 의해 10mm/min의 일정한 속도로 인장시험을 실시하였다. 가공경화지수  $n$ 값은 Hollman의 가공경화법칙,  $\sigma = K \epsilon^n$ 을 이용하여 연신률 10%~20%사이에서 결정하였다. 여기서  $\sigma$ 는 진응력,  $\epsilon$ 는 소성변형률,  $K$ 는 소성계수이다. C194소재의 기계적 특성은 Table 1에 나타내었다.

Table 1 Mechanical property of the C194

Material	YS (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	Stress-Strain
C194	340	517	9.16	$\sigma = 580 \epsilon^{0.0333}$

## 3. 유한요소해석

### 3.1 전단해석조건

반도체 리드프레임의 제품정밀도 및 형상정밀도에 영향을 주는 인자로는 1)소재의 재질 2)슬리팅(Slitting), 레벨링(Leveling) 후의 소재의 잔류응력과 잔류변형 3)급형의 정적·동적 정밀도 4)공구의 클리어런스 5)프레스기의 정적·동적 정밀도 6)블랭크 홀더 7)윤활(Lubrication) 8)가공속도 9)온도 등 다양하지만, 결과적으로 이들의 영향으로 리드의 잔류응력이 변화하는 것이 형상 및 정밀도 분산의 원인이 된다. 따라서 성형 후 탄성회복의 영향을 고려하였다.

본 연구에서는 Fig. 1과 같이 전단해석을 위한 모델링을 구성하였고, 격자는 I-deas에서 4점 쉘 요소(4 node-shell element)를 구성하였다. 리드프레임의 전단공정은 대칭형 구조로 타발하기 때문에 성형해석 시간을 고려하여 1/4단면만을 해석하였다. 파괴기준은 소재의 두께가 얇아지며, 펀치하중이 감소할 때로 설정하였으며, 펀치 스트로크(Punch stroke)는 소재 두께의 65%로 하였다.<sup>(9)</sup>

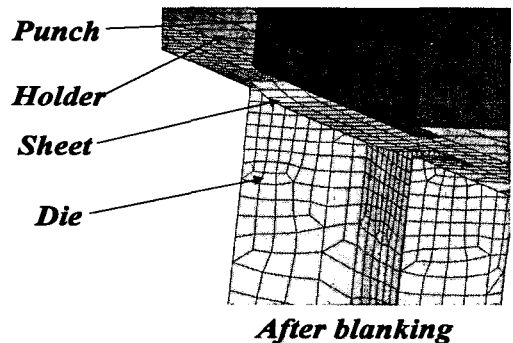


Fig. 1 The modeling of the blanking process

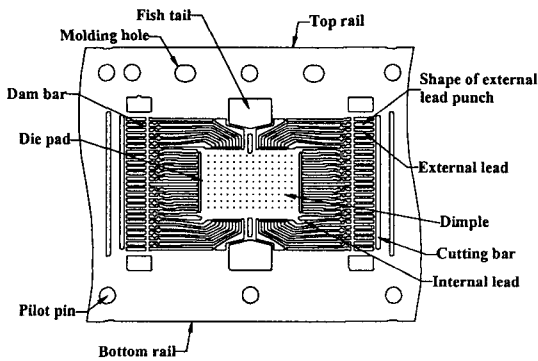


Fig. 2 Description for main parts of lead frame, semiconductor

### 3.2 리드 프레임의 구성 및 공정조건

반도체 리드프레임 중에서 48tsop 제품을 해석하였으며, 형상 및 구성은 Fig. 2에 나타내었다. 성형해석의 정확성을 파악하기 위하여 Fig. 3과 같은 기존 타발순서에 대하여 성형해석을 한 후에 제품의 측정 데이터(Data)와 비교하여 보았다. 제품의 설계규격은 Table 2에 나타내었고, 측정 부위는 Fig. 4에 나타내었다. 성형해석의 결과는 최종 타발공정의 주변 리드인 2번과 12번의 부위에서 가장 변형이 심하게 나타났다. 성형해석과 실험의 오차는 평균 0.00333mm 정도를 보였다.

Table 2 The specification of the lead frame

Item	Specification
Lead width	Min 0.2
Lead twist	Max 2.5°
Lead tilt	Max 2.5°
Lead shift	± 0.05
Lead planarity	±0.08
Lead coplanarity	±0.12
Standard tolerance	±0.05

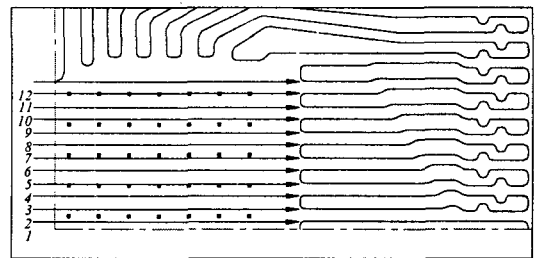


Fig. 4 The measured point in this study

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 타발순서에 대한 탄성회복의 영향

반도체 리드프레임에서 많이 쓰이는 모델인 일자형 리드(I-shape)의 시험모델에 대하여 타발순서에 대한 타발선단의 탄성 회복량을 Fig.5에 나타내었다. 그 결과 타발순서가 리드의 중심축선의 외측에서 축선방향으로 타발하는 것이 탄성 회복량이 적음을 알 수 있었다.

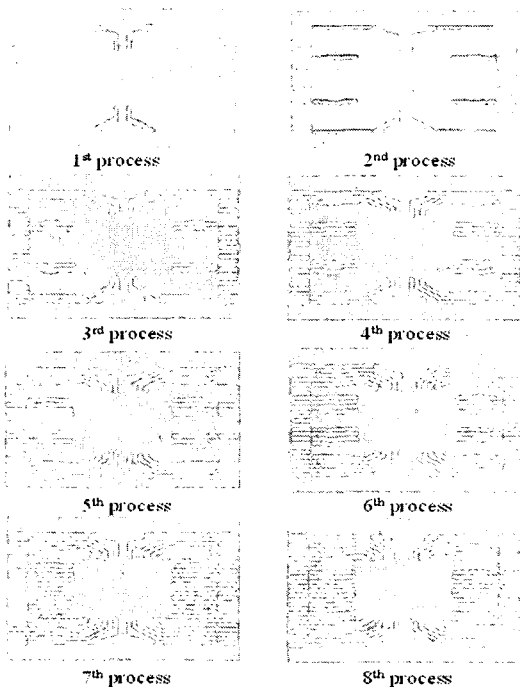


Fig. 3 Traditional blanking order

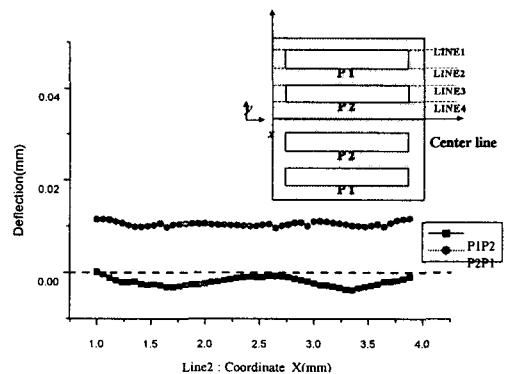


Fig. 5 The test model for blanking order

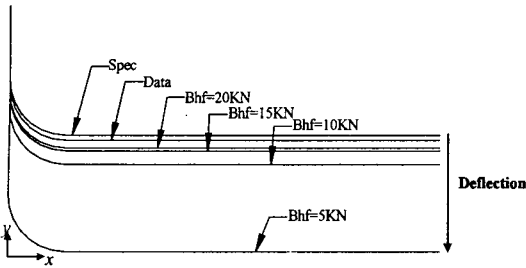


Fig. 6 Comparison the deflection according to the stripper force at the measured point No.2

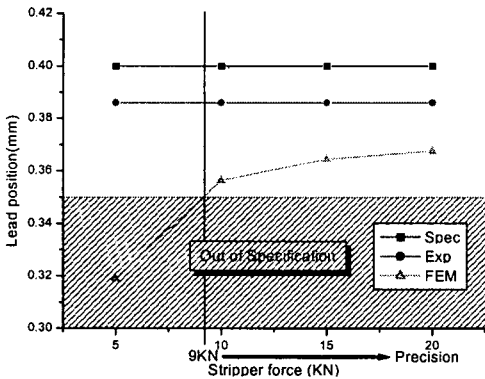


Fig. 7 Comparison of the lead deflection according to the stripper force

### 3.2 스트리퍼력에 대한 영향

48tsop 제품의 해석에서 최종 타발부위의 비틀림이 가장 심하게 나타났다. 리드의 비틀림을 방지하기 위하여 스트리퍼력을 바꾸어 성형해석을 수행한 결과를 Fig.6에 나타내었다. 스트리퍼력이 충분하지 못 할 경우에 리드의 비틀림은 급격히 높아지고, 스트리퍼력이 높을 경우에는 감소하였다. 따라서 최종 제품의 형상정밀도를 위하여 스트리퍼력을 최소한 9KN 이상을 주어야 한다. 스트리퍼력에 의한 비틀림의 제어는 그 효과가 매우 크지만, 그 한계가 존재하기 때문에 효율적인 스트리퍼력을 찾아내는 것이 중요하다.

## 4. 결론

본 연구에서는 반도체 리드프레임의 타발공정에서 타발순서와 스트리퍼력이 리드의 비틀림에 미치는 영향을 파악하고자 하였다.

(1) 타발순서가 리드 프레임의 형상 정밀도에 영향을 미침을 알 수 있었다. 타발순서가 외측에서 소재의 중심선 방향으로 타발해 나갈 때가 내측에서 외측으로 타발할 때 보다 비틀림이 적음을 알 수 있었다.

(2) 리드 프레임의 비틀림을 줄이기 위한 적절한 스트리퍼력이 필요함을 알 수 있었고, 특히 최종 타발 시 스트리퍼력을 크게하는 것이 제품의 형상 동결성을 유지하는데 매우 유리하다.

(3) 반도체 리드프레임의 성형해석결과, 최종 타발공정에서 변형이 가장 심하였고, 이것은 실험결과와 일치하였다.

## 후기

본 연구는 부산대학교 정밀정형 및 금형가공연구소의 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

## 참고 문헌

- (1) 고대철, 김철, 김병민, 최재찬, 1996, "요소제거기법에 의한 판재 전단가공의 유한요소 시뮬레이션", 한국정밀공학회지, 제 13권, 제 11호, pp. 114~123.
- (2) Jeong S. H., Kang J. J., and Oh S. I. "A study on shearing mechanism by FEM simulation", Proceed. 5th Int. Con. on Tech. of Plasticity, Vol. 2, pp. 631~634.
- (3) Taupin E, Breitling J., Wu W. T. and Altan T., 1996. "Material fracture and burr formation in blanking results of FEM simulation and comparison with experiments", J. of Mat. Proc. Tech., Vol. 59, pp. 68~78.
- (4) F. Faura, A. Garcia, M. Estrems, 1998, "Finite element analysis of optimum clearance in the blanking process", J. of Mat. Proc. Tech., Vol. 80-81, pp.121~125.
- (5) M. Samuel, 1997, "FEM simulation and experimental analysis of parameters of influence in the blanking process", J. of Mat. Proc. Tech., Vol.84, pp. 97~106.
- (6) T. Jimma, F. Sekine, K. Sekiya, S. I. Shouzui, W. Morimoto, 1987, "Research on Precision Blanking of Electronic Machine Parts", J. of JSTP, Vol. 28, pp. 355~362.
- (7) 천선규, 한철호, "A study on the precision improvement of lead frame in blanking process", 99'한국정밀공학회 춘계학술대회, pp. 1027~1030.
- (8) 임상현, 서의권, 심현보, 2001, "A study on the characteristics for the blanking of lead frame with the rectangular shape blanking", 한국정밀공학회지, 제 18권, 제 3호, pp. 182~188.