

리드 프레임 블랭킹 공정의 마찰특성에 관한 연구

고대철¹·김동환²·김문경³·김병민[#]

Friction Characteristics on the Sheet Metal Blanking of Leadframe

D. C. Ko, D. H. Kim, M. K. Kim, B. M. Kim

(Received March 27, 2006)

Abstract

IC leadframe needs precision shape for good efficiency. Friction conditions also have a significant impact on blanking deformation. Therefore, studying the friction produced by the tribology between die and materials becomes necessary. In this study, in order to measure mechanical properties and frictions for leadframe materials such as Ni alloys and coppers, tensile test and straight pulling friction test are executed. In particular, the effect of clearance on the blanking characteristics depending on friction coefficient is examined by finite element simulation. From the finite element simulation, the metal flow, side pressure of punch and crack initiation are evaluated according to the leadframe materials.

Key Words : Leadframe, Blanking, Friction Coefficient, Clearance, FE-simulation

1. 서 론

블랭킹 공정에 의한 리드 프레임 생산방법은 예칭 공정에 비하여 비용측면에서 우수한 반면, 전단시 탄성 및 소성변형으로 인한 제품의 결함을 동반하게 된다. 따라서 반도체 칩의 소형화, 정밀화 추세에 따른 리드 프레임의 엄격한 치수정밀도 및 형상정밀도의 요구를 충족하는 블랭킹 공정의 개선이 요구되며, 반도체의 소형화에 대응하는 미세 피치 리드 프레임(fine pitch lead frame)의 개발 및 와이어 본딩(wire-bonding) 공정에서의 미세 피치 리드 프레임 형상 및 치수 신뢰성 확보가 필수적이다. 그러나, 현재의 불량 개선대책은 현장의 경험에 지나치게 의존하고 있고, 리드 프레임의 블랭킹 공정 시 발생하는 불량 및 이의 개선을 위한 Try-out 시간, 경비 등의 문제를 해결하기 위해서는 정량적 해석

에 근거한 신뢰성 확보가 필수적이다.

전단공정에 관한 기존의 연구결과를 살펴보면, Ko 등[1]은 연성파괴기준을 적용하여 제거되는 요소의 강성(stiffness)값을 작게 만들어 다른 요소에 영향을 미치지 못하도록 하는 Kill Method를 제안하였다. Kim 등[2]은 DEFORM을 이용하여 파괴기준을 설정하여 전단면의 형상을 관찰하였고, Taupin 등[3]은 클리어런스, 재료, 공구마모에 대한 영향을 관찰하였다. Faura 등[4]은 ANSYS를 이용하여 블랭킹 공정의 최적 클리어런스를 찾는 방법을 제안하였고, Samuel[5]은 다목적 유한 요소 해석 코드인 MARC를 이용하여 공구형상반경의 영향을 관찰하여 공구의 마모에 대한 영향을 고려하였다. Jimma 등[6]은 I형 리드의 블랭킹 순서, 클리어런스 불균등, 스트리퍼력이 제품의 정밀도에 미치는 영향을 실험적으로 검토하였다.

1. 부산대학교 동남권부품소재산업협력혁신연구소
2. 진주국세대학교 자동차공학과
3. 창원전문대학 자동차기계열
교신저자 : 부산대학교 정밀정형 및 금형가공 연구소
E-mail : bmkim@pusan.ac.kr

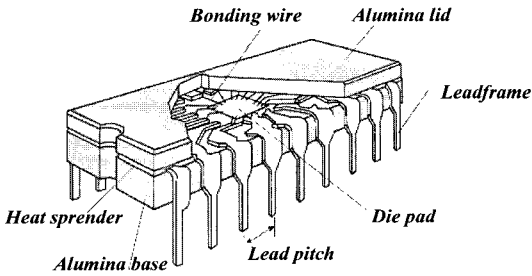


Fig. 1 Schematic drawing of leadframe package

Cheon 등[7]은 스트리퍼 형상이 최종 리드의 형상에 미치는 영향을 유한요소 코드인 DEFORM을 이용하여 제시하였으며, Shim 등[8~10]은 DEFORM을 이용한 유한요소해석으로부터 리드의 직선부와 곡선부의 곡률 반경을 변화시키며 전단면의 형상 비교 및 클리어런스에 따른 전단면의 형상을 관찰하였다. 지금까지 전단면의 형상에 관하여 여러 관점으로 연구가 이루어져 왔지만, 리드 프레임 소재의 마찰특성이 전단특성 및 제품의 형상 정밀도에 미치는 영향에 관한 연구는 거의 이루어지지 못하였다.

따라서 본 연구에서는 반도체 리드 프레임 재료의 기계적 특성 평가를 위한 인장시험 및 마찰 시험을 수행하고, 리드 프레임 재료에 따른 마찰 특성이 블랭킹 공정의 전단 특성에 미치는 영향을 고찰하였다. 또한 클리어런스에 따른 마찰 특성 평가를 위하여 유한요소해석을 수행하였다. 본 연구의 목적은 리드 프레임의 전단특성에 대한 설계인자들의 영향 파악으로 금형파손저감 및 제품 불량 발생을 최소화하는데 있다.

2. 리드 프레임 소재의 기계적 특성 평가

2.1 인장시험

본 연구에서는 리드 프레임 소재의 탄성계수, 인장강도, 항복응력, 연신율, 이방성 계수 등의 기계적 특성을 얻기 위하여 ASTM E517-00 규격의 인장시험편에 대한 인장시험을 수행하여 그 결과를 Table 1에 나타내었다. 재료는 일반 니켈합금과 열처리용 니켈합금 그리고 구리소재로 구분되며, 제조사와 소재특성별로 분류하였다. 특히 EFTEC-64T 소재에 대해서는 0°, 45°, 90°방향으로 시험편을 채취하여 이방성 시험을 수행하였고, 그 결과를 Table 2에 나타내었다.

Table 2 Mechanical properties of EFTEC-64T

Direction Items	Rolling Direction	45° Direction of Rolling	90° Direction of Rolling
Young's Modulus(GPa)	67.36	49.483	76.09
Yield Stress (MPa)	516.94	455.39	527.72
Tensile Strength (MPa)	594.07	472.55	571.81
Uniform Elongation (%)	9.00	4.68	5.27
Strength Coefficient (MPa)	643.13	583.58	671.74
R(anisotropy coefficient)	0.240	0.140	0.256
n(work-hardening exponent)	0.046	0.056	0.052
Normal anisotropy	$r_m=0.194$		
Planar anisotropy	$\Delta r=0.109$		

Table 1 Mechanical properties of lead frame materials

Materials	Thickness (mm)	Yield Stress (MPa)	Tensile Stress (MPa)	Elastic Coeff. (GPa)	Elongation (%)	Stress-Strain (MPa)	
Nickel alloy	Ni alloy(Yamaha)	0.125	541.92	631.45	65.53	10.7	$\sigma = 678.12\epsilon^{0.044}$
	Ni alloy(Yamaha)	0.127	654.59	682.14	69.35	7.4	$\sigma = 723.10\epsilon^{0.018}$
	Ni alloy(Hitachi)	0.127	589.31	665.50	70.71	9.6	$\sigma = 749.38\epsilon^{0.053}$
	Ni alloy(Yamaha LS)	0.125	599.72	692.36	72.41	13.8	$\sigma = 765.42\epsilon^{0.056}$
Copper alloy	C7025	0.127	562.48	715.11	67.56	12.3	$\sigma = 886.28\epsilon^{0.088}$
	EFTEC-64T	0.127	559.94	617.21	68.13	11.2	$\sigma = 719.64\epsilon^{0.052}$
Nickel alloy (Heat treated)	YEF42-TH-A	0.127	625.54	683.15	74.04	12.3	$\sigma = 799.47\epsilon^{0.054}$
	YEF42-A	0.127	572.23	624.82	74.66	16.8	$\sigma = 730.22\epsilon^{0.053}$
	A42-LS	0.125	617.24	660.41	80.94	11.8	$\sigma = 754.14\epsilon^{0.042}$
	DF42N-HS	0.127	582.00	641.70	76.47	13.2	$\sigma = 750.08\epsilon^{0.053}$

2.2 마찰시험

재료의 마찰과 마멸현상은 재료 고유의 물성이 아닌 트라이보-시스템(tribo-system)의 특성이므로, 재료의 마찰을 측정하고 그 현상을 완전히 이해하는 것은 어렵다. 트라이보-시스템의 변수에는 운동의 형태, 하중이나 접촉압력, 미끄럼 속도 및 온도와 같은 작동변수(operating variables)와 재료의 조직, 화학적 구성, 윤활유 및 표면상태와 같은 단일변수(simple parameters)가 있다. 성형 시뮬레이션에 있어서 피 가공재의 재료특성과 마찰특성은 중요한 입력데이터이다. 예를 들어 마찰계수, μ 의 변화가 응력분포, 변형률 분포의 계산결과에 큰 변화를 야기시킨다. 따라서 보다 높은 정도의 실용적인 성형 시뮬레이션으로 마찰특성의 정식적인 표현이 필요하며, 이 때문에 마찰특성에 관련한 데이터 베이스의 구축은 중요한 과제이다. 박판성형에서 취급하는 계면에서의 접촉 문제는 주로 미끄럼 마찰이다. Fig. 2에 도시된 바와 같이 금형과 피 가공물 계면에 수직으로 작용하는 힘을 N , 계면에 평행하게 작용하는 힘을 P 라 하면 마찰계수 μ 는 아래의 식(1)과 같이 주어진다 [11].

$$\mu = \frac{P}{2 \times N} \quad (1)$$

여기서, N 은 수직하중(clamping force)이며, P 은 소재를 당기는 하중(pulling force)이다. 본 연구에서는 아래 식(2)의 평균 마찰계수 계산식을 이용하여 시편에 따른 마찰계수를 측정하였다.

$$\mu_{ave} = \frac{\sum_{n=1}^K \mu_{1,n}}{K} = \frac{\sum_{n=1}^K \frac{P_n}{2 \times N}}{K} \quad (2)$$

여기서, K 는 측정된 하중(pulling force)의 횟수를 나타낸다.

리드 프레임용 소재에 대한 마찰계수를 측정하기 위하여 사용된 장비는 UTM 60ton 유압프레스(Fig. 2)이며, 마찰시험을 위해 평판 마찰시험 금형을 제작하였다. 본 연구에서 사용된 금형의 소재는 초경(WC)이며, 평판 마찰시험의 개략도 및 마찰금형 연마방향을 Fig. 3에 나타내었다.

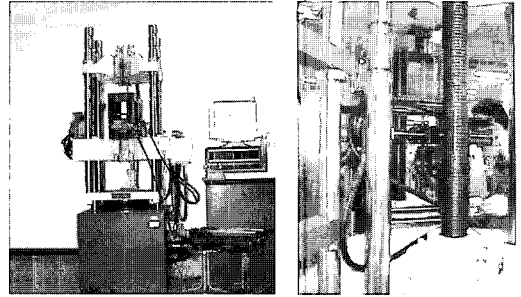


Fig. 2 Friction test apparatus

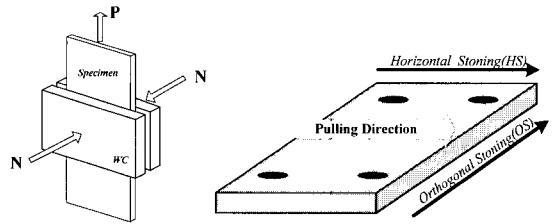


Fig. 3 Stoning and pulling direction in friction test

마찰시험 시 소재에 파단이나 넥킹(necking)이 발생하면 소재의 마찰특성을 정확히 평가하지 못하므로 이를 고려하여 본 마찰시험에서의 적정 누름압력을 5kgf/cm^2 으로 설정하였다. 실제 공정에 사용되는 리드 프레임 소재 폭을 그대로 이용하였기 때문에 시편의 길이는 400mm로 동일하나, 폭은 시편에 따라 다르다. 시편의 종류 및 크기 그리고 금형과의 접촉면적을 Table 3에 나타내었다. 소재를 당기는 속도는 10mm/sec로 하여 모든 시편에 대하여 동일한 조건에서 수행하였다.

Table 3 Specimen size and contact area in friction test

Specimens	Size	Contact area
54tsop scorpions	400 × 37.0	55.0 × 37.0
EFTEC 64T	400 × 50.8	57.5 × 50.8
C7025 1/2H	400 × 50.8	57.5 × 50.8
YEF42-TH-A	400 × 37.0	57.5 × 37.0
YEF42-A	400 × 32.8	57.5 × 32.8
A42-LS	400 × 37.0	57.5 × 37.0
DF42N-HS	400 × 32.8	57.5 × 32.8
A42-1/2H(YAMAHA)	400 × 32.8	57.5 × 32.8
no. 46848010011	400 × 33.0	55.0 × 33.0
no.45345010A0	400 × 37.0	55.0 × 37.0

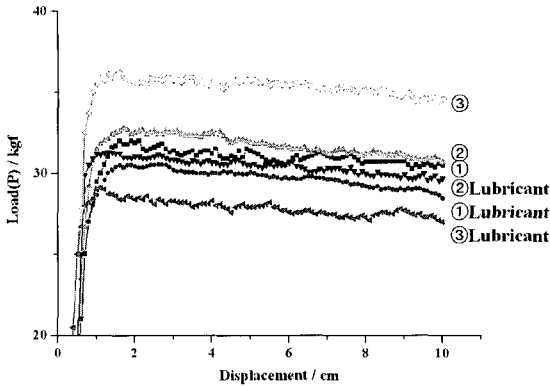


Fig. 4 Results of friction test for lubricant conditions

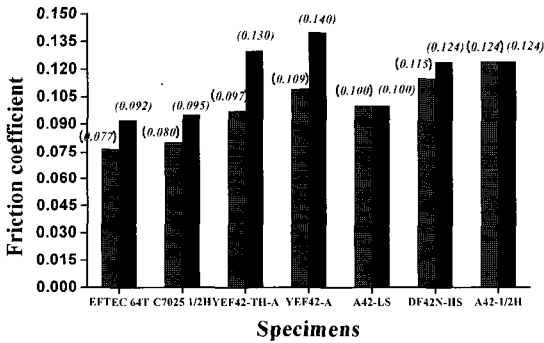


Fig. 5 Results of friction test(1st HS 2nd OS in Fig. 3)

본 연구에서는 타발유의 윤활특성 평가를 위하여 ① no.46848010011, ② no.45345010A05 그리고 ③ 54tsop scorpions(Table 3)소재에 대하여 타발유를 도포한 조건과 무윤활 조건으로 각각 실험하였다. 또한 금형의 연마방향 별 마찰특성을 평가하기 위하여 소재 인출방향에 수평방향(HS: horizontal stoning)과 수직방향(OS: orthogonal stoning)에 대하여 마찰 금형을 각각 연마하여 연마방향에 따른 마찰시험을 수행하였다(Fig. 3).

시편 ① no.46848010011, ② no.45345010A05, ③ 54tsop scorpions에 대하여 윤활과 무윤활조건으로 마찰시험을 수행하여 그 결과를 Fig. 4에 나타내었으며, 타발유를 도포한 경우에 마찰계수가 낮아짐을 확인할 수 있었다. 특히 54tsop scorpions 소재는 무윤활 상태의 마찰계수는 0.195, 타발유를 도포하였을 때는 0.150으로 다른 소재에 비해 그 변동폭이 큼을 알 수 있었다.

리드 프레임의 금형 연마방향에 따른 마찰시험을 수행하여 그 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 마찰시험조건은 Table 3의 조건으로 시편을 준비하였으며, 모든 시편에 대하여 타발유를 도포하여 소재를 인출방향으로 50mm 당긴 다음 그때까지의 측정된 인출하중으로부터 식(2)를 이용하여 마찰계수를 계산하였다. 각 시편에 대한 마찰시험은 최소 3회 반복 수행하여 그 평균값을 취하였다. 시험결과를 보면 Fig. 5에 도시된 바와 같이 소재를 당기는 방향이 금형의 연마방향과 수평인 경우가 수직인 경우보다 마찰계수가 낮음을 알 수 있었다. 이 결과는 연마방향이 소재 방향과 일치하는 경우가 금형과 소재의 접촉 시 타발유의 윤활효과가 더 크다는 것을 말해준다[12].

3. 마찰계수에 따른 전단특성 평가

3.1 리드 프레임 블랭킹 공정의 해석

반도체 칩의 소형화, 고집적화로 리드 타발 펀치 역시 미세화되고, 프레스에 장착된 타발금형세트의 펀치 파손은 현장에서의 생산량 차질 및 생산비 증가 등의 원인이 되고 있다. 펀치 파손의 원인은 프레스의 동적, 정적 정밀도 문제가 크다고 보고되고 있으며, 여기에 최적의 타발공정설계가 이루어져야 한다. 따라서, 리드 프레임 타발에 있어서 중요한 점은 크게 고가의 리드 프레임 타발금형세트(타발 펀치 & 다이)의 펀치 파손 저감과 타발시 리드 프레임 제품 정밀도 확보를 위한 리드 변형 저감이다. Kim 등[2]은 리드 변형 저감에 주안점을 두고 해석을 수행하여, 리드 Shift, Tilt 최소화를 위한 최적의 타발순서를 제시하였다.

본 연구에서 펀치 파손의 원인 중 하나인 공정 설계 문제점을 해결하기 위하여 타발 펀치의 파손 저감에 주안점을 두고 리드 프레임 재료별 기계적 물성치와 마찰특성 평가시험을 수행하였으며, 설계 변수로 각 소재에 따른 타발 시 마찰조건 및 클리어런스의 조건을 고려하였고, 목적함수로 크랙 생성 전 소재 두께의 30% 성형시 발생하는 펀치 측방압력을 고려하였다. 펀치 파손의 형태는 펀치의 미세 두께부 측면에서 발생하며, 이 부위가 리드 두께보다 적을 때 소재의 변형저항 즉 소재가 펀치 측면에 작용하는 압력이 펀치 파단강도보다 크기 때문에 파손의 위험이 더욱 커지게 된다. 따라서 본 연구에서 측방압력을 목적함수로 고려하여 설계변수에 따른 유한요소해석을 수행하였다.

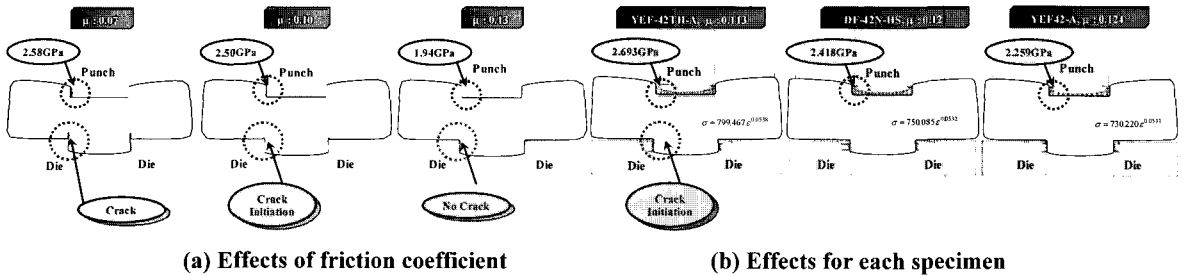


Fig. 6 Evaluation of blanking characteristics for friction coefficient

펀치의 과단강도를 평가하기 위해서는 펀치강도 시험을 하고 이를 목적함수로 해야 하나, 본 연구에서는 공정조건에 따른 상대비교를 하기 위한 해석을 하고 이를 통해 펀치 측방압력의 저감설계를 수행하였다.

기존의 연구에서 Kim 등[2]은 실험을 통하여 리드 소재 두께의 약 45% 부근에서 크랙(crack)이 시작됨을 제시하였고, 상용 판재성형해석 코드인 PAM-STAMP 를 이용하여 소재 두께의 45%까지 성형한 후 Trimming 옵션을 이용하여 리드를 가상 타발하고, 트리밍 후 리드 주변의 잔류응력분포 확인 및 스프링 백 해석을 수행하여 리드의 Shift, Tilt 등을 평가하였고, 실험적 검증으로 그 경향이 일치함을 제시하였다. 본 연구에서는 기존 연구를 토대로 클리어런스를 리드 두께의 4%로 고정하고, 두께의 45%에서 파단이 되는 연성파단값(damage value)을 설정하여 해석에 사용하였다.

본 연구에서 고려한 리드 두께는 Table 4에 나타난 바와 같이 0.125mm~0.127mm 로 차이가 있지만, 중간값인 약 0.126mm 소재두께를 기준으로 리드 두께 4%의 클리어런스 조건에서 두께의 45%에서 크랙이 생성되는 연성파단값 0.85를 모든 소재에 동일하게 적용하였다. 실제 연성파단값은 각 소재마다 다르지만 본 연구에서는 동일하게 가정하였으며, 소재 두께의 30% 성형 후에 각 소재 및 소재의 클리어런스에 따른 측방압력을 평가하였다.

펀치 측방압력의 해석은 펀치를 강체로 가정하고 각 조건에 따라 리드두께 30%까지 전단 성형을 수행한 후 펀치와 접촉하는 소재절점의 수직 압력(normal pressure)을 펀치 형상에 보간하여 측방압력으로 평가하였으며, 측방압력과 소재 전단부 및 변형형상을 설계변수에 따라 비교 및 평가하였다.

3.2 마찰계수에 따른 소재의 전단특성

마찰계수에 따른 소재의 전단특성을 평가하기

위하여 유한요소해석을 수행하였다. 해석은 상용 유한요소코드인 DEFORM 을 이용하였고, 마찰계수를 달리하여 소재의 파단 시점과 펀치에 작용하는 측방압력을 평가하였다. 먼저 YEF42A 소재에 대하여 마찰계수를 0.07, 0.1, 0.13 로 변화시켜 전단해석을 수행하여 그 결과를 Fig. 6(a)에 나타내었다. 해석 결과로부터 마찰계수가 낮을 때가 소재의 파단이 조기에 발생하며 펀치에 작용하는 측방압력도 큼을 알 수 있었다. 마찰계수가 클 때, 펀치에 작용하는 측방압력이 작다는 것은 힘의 평형식에서도 확인 할 수 있으며, 일반적으로 소재는 파단 시점이 늦을수록 전단면이 크고 파단면이 작은 양호한 전단면을 얻을 수 있으므로 마찰계수가 큰 소재가 타발에 유리하다.

소재 재료특성과 마찰계수의 관계를 평가하기 위하여 YEF42TH-A, DF42N-HS, YEF42A의 세가지 소재에 대하여 유한요소해석을 수행하였다. 재료의 인장강도는 YEF42TH-A가 683.15MPa로 가장 크고, DF42N-HS는 641.70MPa 그리고 YEF42A는 624.82 MPa으로 가장 작다. 마찰계수는 YEF42A가 0.124 로 가장 크고, DF42N-HS가 0.12 그리고 YEF42TH-A가 0.113으로 가장 작다. 해석은 이전과 동일한 방법으로 DEFORM을 이용하였으며, 그 결과를 Fig 6(b)에 나타내었다. 펀치에 작용하는 측방압력은 강도가 가장 큰 소재인 YEF42TH-A소재가 가장 크고, 다음이 DF42N-HS 그리고 YEF42A의 순으로 나타났다. 강도가 큰 소재인 YEF42TH-A 소재의 경우, 소재 두께의 30% 성형 시 파단이 시작되는 것을 볼 수 있었다. 마찰계수가 가장 큰 YEF42-A 소재의 경우, 소재 두께의 30% 성형 시 매우 매끈한 전단면을 가짐을 해석적으로 알 수 있었다. 따라서, 이 결과로부터 소재의 전단 시 유사한 재질을 갖는 소재라 하더라도, 마찰계수가 비교적 큰 소재가 전단특성에 보다 유리하다는 사실을 알 수 있다.

3.3 클리어런스에 따른 전단특성

리드 프레임용 각 소재별 클리어런스에 따른 파단특성과 펀치에 작용하는 측방압력을 평가하기 위하여 각 소재의 기계적 물성과 마찰계수를 입력하여 전단해석을 수행하였다. Table 4 에는 본 해석을 위하여 리드 프레임용 각 소재에 따른 클리어런스와 마찰계수를 나타내었다. 클리어런스는 각 소재 두께의 3%, 4% 그리고 5%에 대하여 해석을 수행하였다. 실제로 파단을 결정하는 상수인 damage 값은 각 소재마다 다르지만, 본 연구에서는 동일하게 가정하였고 소재 두께의 30% 성형 후에 각 소재와 소재의 클리어런스에 따른 측방압력을 해석적으로 평가하였다.

Fig. 7 에는 Table 4 에 따라 각 리드 프레임 소재에 대한 30% 성형 후의 펀치의 측방압력을 나타내었다. 측방압력의 최대치는 이전의 연구에서도 알 수 있듯이, 모든 소재에 대하여 소재가 펀치쪽으로 유입되어 접촉되는 시점에서 가장 크게 나타났다.

Fig. 8 에는 해석 후, 각 소재와 소재의 클리어런스에 따른 펀치의 측방압력을 그래프로 나타내었다. 측방압력은 클리어런스가 클수록 작고 클리어런스가 작을수록 크게 나타났다. 인장강도가 가장 큰 소재인 C70251/2H 소재가 측방압력은 가장 크게 나타났다.

Table 4 Simulation conditions for effects of materials and clearance in blanking process

Materials	Thickness	Friction	Clearance(mm)	
			3%	4%
C7025 1/2H	0.127	0.088	3%	0.004
			4%	0.005
			5%	0.006
EFTEC-64T	0.127	0.085	3%	0.004
			4%	0.005
			5%	0.006
YEF42-TH-A	0.127	0.114	3%	0.004
			4%	0.005
			5%	0.006
YEF42-A	0.127	0.125	3%	0.004
			4%	0.005
			5%	0.006
A42-LS	0.125	0.100	3%	0.004
			4%	0.005
			5%	0.006
DF42N-HS	0.127	0.120	3%	0.004
			4%	0.005
			5%	0.006

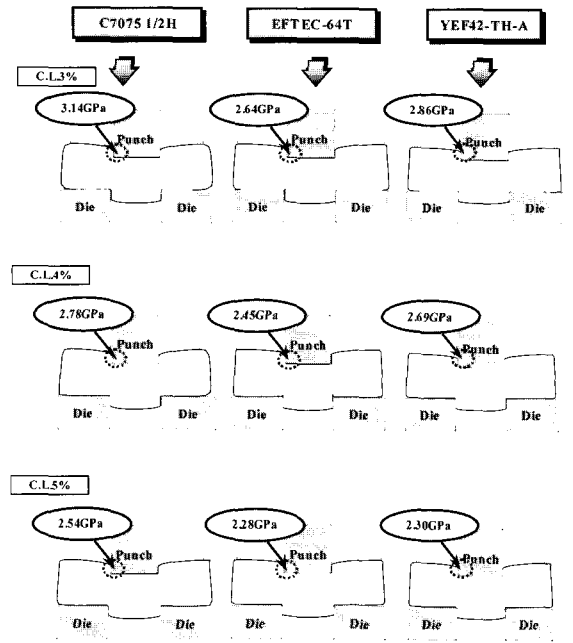


Fig. 7(a) Side pressure of punch for materials(C7025 1/2 EFTEC64T, EF42TH-A)

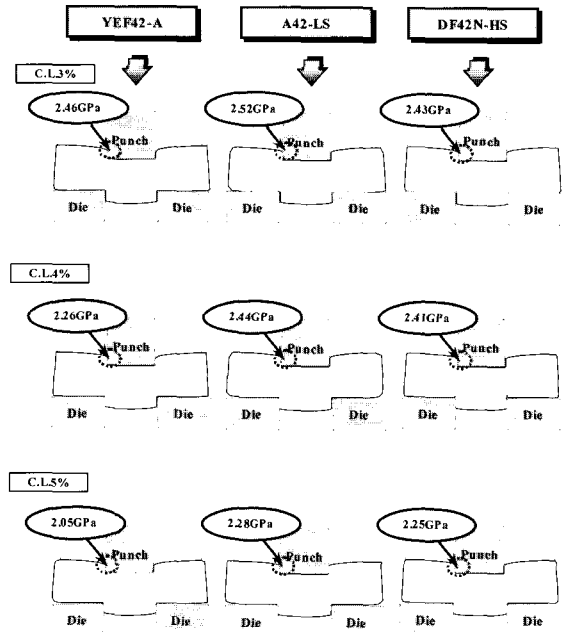


Fig. 7(b) Side pressure of punch for materials(YEF42-A, A42-LS, DF42N-HS)

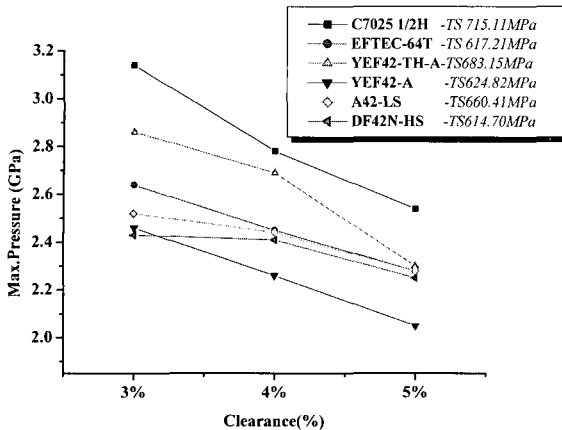


Fig. 8 Side pressure of punch for material

각 소재의 인장강도, 마찰특성, 측방압력의 관계를 보다 명확히 분석하기 위하여 Fig. 9에 이를 정리하여 그래프로 나타내었다. Fig. 9에서 알 수 있듯이 인장강도가 큰 소재가 측방압력은 크게 나타나고 있지만, 측방압력이 가장 낮은 소재는 마찰계수가 가장 큰 소재인 YEF42-A임을 알 수 있다. 또한 인장강도와 마찰계수가 낮은 EFTEC64T 소재의 측방압력은 비교적 크게 나타났다.

인장강도가 가장 큰 소재인 C7025 1/2H 소재의 마찰계수는 낮은 편이고 따라서 상대적인 펀치의 측방압력도 매우 크다는 사실을 알 수 있었다.

본 연구에서는 리드 프레임 타발 현장에서 세가지 소재(YEF42TH-A, DF42N-HS, YEF42A)에 대한 평균 버(burr)의 상대비교 결과로부터, 해석적 결과와 비교하였으며 그 결과 유한요소해석으로 예측 하였던 마찰계수가 큰 소재가 양호한 전단면을 가진다는 것을 확인할 수 있었다. 버의 해석적 측정 은 유한요소해석 시 요소(element)수, 전단면의 요소크기에 따라 달라지는 값이며, 정확한 측정은 어렵다. 따라서 본 연구에서는 동일한 요소 수와 요소크기로 세 가지 리드소재에 대한 해석을 수행하여 그 정성적인 양을 상대 비교하였다. 세가지 소재 YEF42TH-A, DF42N-HS, YEF42A에 대한 버의 해석적 평가결과, 마찰계수가 가장 큰 소재인 YEF42A소재가 버가 가장 작았으며, 다음으로 DF42N-HS 그리고 마찰계수가 상대적으로 낮은 YEF42TH-A소재가 다른 두 소재보다 버가 크다는 것을 알 수 있었다. 해석 및 현장의 평가결과로부터 마찰계수가 큰 소재가 양호한 전단면을 얻는데

유리한 것으로 판단되며, 일반적으로 강도와 열전도도가 함께 큰 합금이 이상적인 리드 프레임 재료로서 요망되나 본 연구의 결과로부터 미세 피치 리드 프레임의 정밀 타발을 위해서는 마찰특성도 고려되어야 함을 알 수 있었다[13].

본 연구에서는 리드 프레임 블랭킹 공정의 펀치 파손저감 연구를 위한 기초 연구로서 리드 프레임 재료의 마찰특성에 관한 연구를 수행하였다. 이를 위하여 리드 프레임 재료에 따른 기계적 특성 및 마찰특성을 D/B 화 하였으며, 마찰계수와 클리어런스에 따른 전단특성을 해석적으로 평가하였다. 그러나, 유한요소해석 시 보다 정확한 정량적 평가를 위해서는 리드 소재별 연성과단 시험 및 펀치 재료의 강도시험을 수행되어야 하며, 이에 따른 해석적 기법개발이 필수적이다. 또한, 미세 피치 리드 프레임의 블랭킹 시에 발생하는 리드의 Shift, Space Twist(Tilt)등의 발생 원인 및 설계 인자들의 영향 파악을 통한 제품 불량 발생을 최소화하기 위해 해석기법의 개발 및 적용이 필수적으로 요구된다.

본 연구의 시험 결과 데이터를 이용하여 향후 리드 프레임 블랭킹 공정 시 재료변수, 공정변수 및 클리어런스와의 상관관계에 따른 파단특성이 연구되어야 하며, 특히 이러한 설계인자의 영향 파악을 통한 제품 불량 발생을 최소화하는 설계변수 조합이 선정되어야 할 것이다.

4. 결론

본 연구에서는 리드 프레임 블랭킹 공정 시 펀치 파손저감설계를 위한 기초연구로 리드 재료(C7025, EFTEC-64T, YEF42-TH-A, YEF42-A, A42-LS, DF42N-HS, Ni alloy 42 Yamaha metal, Ni alloy 42 Hitachi metal)의 두께별(0.125mm, 0.127mm) 인장시험 및 마찰시험을 수행하였으며, 그 결과를 D/B 화 하였다. 그리고 리드 프레임 블랭킹공정에 대한 유한요소해석을 수행하여 마찰계수와 클리어런스에 따른 전단특성을 평가하였다. 해석 결과로부터 마찰계수가 큰 소재가 펀치의 측방압력, 버 저감 및 양호한 전단면을 얻을 수 있었으며, 리드 프레임 전단특성에 유리하다는 사실은 알 수 있었다. 본 연구의 시험결과 및 CAE 해석 적용은 신규 개발 제품의 불량예측 및 기존제품의 불량요인 해결에 활용가능하며, 향후 초정밀, 초소형 반도체 부품설계를 위한 CAE 해석의 적용 방법이 지속적으로 개발되어야 할 것이다.

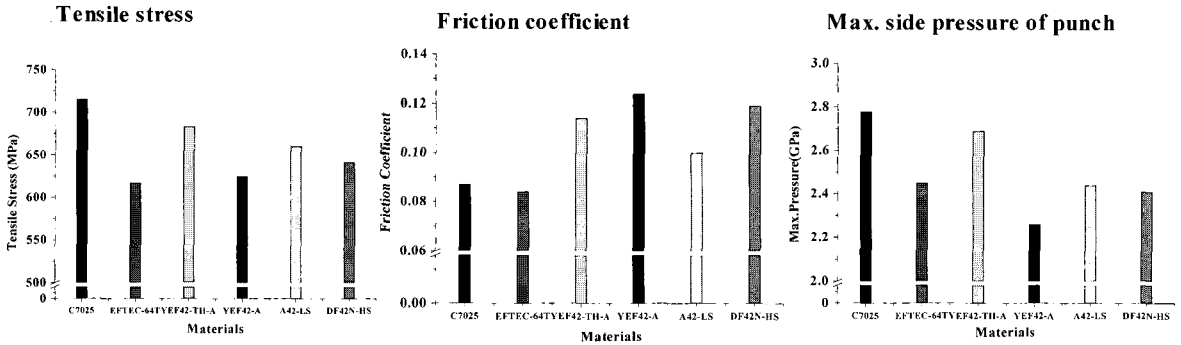


Fig. 9 Analysis for mechanical properties of materials

참 고 문 헌

[1] D. C. Ko, C. Kim, B. M. Kim, J. C. Choi, 1996, Finite element simulation of sheet metal shearing by the element kill method, J. KSPE, Vol.13, No.11, pp. 114~123.

[2] D. H. Kim, S. B. Lee, B. M. Kim, 2002, Development of optimal layout design system in multihole blanking process, J. Mat. Proc. Tech., Vol. 130~131, pp. 2~8.

[3] E. Taupin, J. Breitling, W. T. Wu, T. Altan, 1996, Material fracture and burr formation in blanking results of FEM simulation and comparison with experiments, J. Mat. Proc. Tech., Vol. 59, pp. 68~78.

[4] F. Faura, A. Farcia, M. Estrems, 1998, Finite element analysis of optimum clearance in the blanking process, J. Mat. Proc. Tech., Vol. 80~81, pp. 121~125.

[5] M. Samuel, 1997, FEM simulation and experimental analysis of influence in the blanking process, J. 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. JSTP, Vol. 28, pp. 355~362.

[7] S. K. Cheon, C. H. Han, 1999, A study on the precision improvement of lead frame in blanking process, J. KSPE(Spring Conference), pp. 1027~1030.

[8] S. H. Lim, E. K. Suh, H. B. Shim, 2001, A study on the characteristics for the blanking of lead frame with the rectangular shape blanking, J. KSPE, Vol. 18, No. 3, pp. 1027~1030.

[9] E. K. Suh, S. H. Lim, H. B. Shim, 2001, A Study on the Characteristics of the Precision Blanking of Lead Frame (1): Influences of Blanking Process Variables, J. KSTP, Vol. 10, No. 5, pp. 425~432.

[10] E. K. Suh, S. H. Lim, H. B. Shim, 2002, A Study on the Characteristics of the Precision Blanking of Lead Frame (II): Determination of Optimal Process Condition, J. KSTP, Vol.11, No. 2, pp. 132~137.

[11] D. H. Kim, B. M. Kim, Y. Lee, B. H. Min, 2002, Friction characteristics for surface finish and the stoning direction of stamping dies, Proc. Instn. Mech. Engrs., Vol. 216, pp. 531~542.

[12] J. M. Lanzon, M. J. Cardew-Hall, P. D. Hodgson, 1998, Characterizing frictional behavior in sheet metal forming, J. Mat. Proc. Tech, pp. 251~256.

[13] E. Taupin, J. Breitling, W. T. Wu and T. Altan, 1998, Material fracture and burr formation in blanking results of FEM simulation and comparison with experiments, J. Mat. Proc. Tech., Vol. 59, pp. 68~78.