

# 반도체 리드 프레임의 금형설계 자동화 시스템 개발에 관한 연구

최재찬\*, 김병민\*, 김철\*, 김재훈\*\*, 김창봉\*\*

## A Study on the Development of Computer Aided Die Design System for Lead Frame, Semiconductor

J.C. Choi\*, B.M. Kim\*, C. Kim\*, J.H. Kim\*\*, C.B. Kim\*\*

### ABSTRACT

This paper describes a research work of developing computer-aided design of lead frame, semiconductor, with blanking operation which is very precise for progressive working. Approach to the system is based on the knowledge-based rules. Knowledge for the system is formulated from plasticity theories, experimental results and the empirical knowledge of field experts. This system has been written in AutoLISP on the AutoCAD using a personal computer and in I-DEAS Drafting Programming Language on the I-DEAS Master Series Drafting with Workstation, HP9000/715(64). Transference of data between AutoCAD and I-DEAS Master Series Drafting is accomplished by DXF(drawing exchange format) and IGES(initial graphics exchange specification) methods. This system is composed of five modules, which are input and shape treatment, production feasibility check, strip-layout, data-conversion and die-layout modules. The process planning and Die design system is designed by considering several factors, such as complexities of blank geometry, punch profiles, and the availability of a press equipment and standard parts. This system provides its efficiency for strip-layout, and die design for lead frame, semiconductor.

**Key Words :** Die-layout(다이-레이아웃), Input and shape treatment(입력 및 형상처리), Knowledge-based rules(지식 베이스규칙), Lead frame(리드 프레임), Production feasibility check(가공가능성검사), Strip-layout(스트립-레이아웃)

### 1. 서론

한국 반도체 산업은 80년대 중반 본격적으로 출

발한 이후 불과 10여 년만에 세계 선두의 자리로 도약하는 놀라운 성장을 이루었으며, 전체산업의 성장률을 주도하는 핵심부분으로 자리잡게 되었다.

\* 부산대학교 기계공학부, 정밀정형 및 금형가공 연구센터

\*\* 부산대학교 대학원

특히, 반도체 리드프레임은 일반 컴퓨터에서부터 가전제품 및 완구류에 이르기까지 널리 사용되는 부품으로서, 반도체 칩을 지지해주는 동시에 수십 마이크론의 금속선으로 연결되어 외부와의 신호 입출력을 가능하게 하는 IC 제조공정의 중요부분을 차지하고 있는 금속계 부품이다.

이러한 반도체 리드프레임의 생산방식은 크게 에칭가공과 고속 정밀 프레스 가공으로 나누어진다. 에칭가공의 생산방식은 제품과 같은 형상에 사진 필름처럼 마스크를 제작하여 화학약품으로 소재를 부식시켜 제품을 생산하는 방식으로, 단 납기를 요구하는 새로운 모델의 시험용 샘플제작과 같은 소량생산에 주로 이용되고 있으며, 제작비용이 과다하게 소요되는 단점을 지니고 있어 대량생산을 요구하는 사업부분에는 많은 어려움을 안고 있다. 반면에, 프레스 가공방식은 에칭가공 방식의 10배 이상의 생산능력이 가능하나 초기에 설비투자비용을 많이 요할 뿐만 아니라 공정설계 시간이 많이 소요되어 급변하는 소비시장에 공급시기를 놓치는 등 문제점을 지니고 있다. 더욱이 국내 전문 금형 설계 제작업체의 기술력 부족으로 고정밀 프로그래시브 금형제작에 따른 비용상승 및 단 납기 대응에 많은 문제점이 발생하여 국내 수입 및 수출에 어려움을 겪고 있다.

따라서, 본 연구에서는 숙련된 기술자의 경험, 축적되어온 연구결과, 소성가공 이론 등을 정식화시킨 공정설계 자동화 시스템은 AutoCAD환경하에서 AutoLISP언어로, 금형설계 자동화 시스템은 3차원 모델링이 용이하여 NC데이터의 창출이 간편한 CAM시스템과의 연계가 원활하도록 I-DEAS Master series 환경하에서 구성하여 컴퓨터를 이용한 반도체 리드프레임의 고정밀 블랭킹을 위한 자동화된 CAD시스템을 개발했다. 그리하여, 현장경험이 없는 초보자라도 쉽게 공정설계 및 금형설계를 수행할 수 있고, 신규 모델의 반도체 리드프레임에 대한 설계 시간의 단축을 시키고자 하였다.

## 2. 시스템 작동원리

### 2.1 공정설계를 위한 데이터 처리 방법

제품의 형상을 사용자가 AutoCAD도면으로 직접 입력시키거나 혹은 도면화된 파일을 스크린 상에 나타낼 때 제품의 형상데이터를 아래와 같은 과정을 거쳐서 수치형태로 변환시켜 저장한다.

도면 요소들은 랜덤하게 직선이나 원호의 조합으로된 리스트와 원호로만 조합된 리스트를 만들어 저장되어진다. 그 표현형식은 다음과 같다.

- 직선과 원호로만 구성된 리스트의 표현형식  
 (0.0 (Sp Ep) (Sp Ep) (Sp Ep) ····· (Sp Ep Cp)  
 (Sp Ep Cp) ····· )

- 원호로만 구성된 리스트의 표현형식  
 (0.0 (Cp R) (Cp R) (Cp R) ····· )  
 ····· )

여기서 (Sp Ep) 는 도면요소가 직선, (Sp Ep Cp) 는 원호이며, (Cp R)은 도면요소가 원이다. 그리고 Sp(xs ys zs)는 시작점이며 Ep(xe ye ze), Cp(xc yc zc)는 끝점 및 원호와 원인 경우에 중심점을 나타내며, R은 원의 반지름을 나타낸다.

직선과 원호로 구성된 리스트는 설계에 용이하게 이용할 수 있도록 도면요소들을 페루프단위로 다시 작성한다. 그 형식은 다음과 같다.

(0.0 ((P<sub>1</sub> P<sub>2</sub>) (P<sub>2</sub> P<sub>3</sub> P<sub>C1</sub>) (P<sub>3</sub> P<sub>4</sub>) ····· )  
 ····· (P<sub>n-1</sub> P<sub>n</sub> P<sub>Cn</sub>) (P<sub>n</sub> P<sub>1</sub>))  
 ((q<sub>1</sub> q<sub>2</sub>) (q<sub>2</sub> q<sub>3</sub>) (q<sub>3</sub> q<sub>4</sub> q<sub>e1</sub>) ····· )  
 ····· (q<sub>n-1</sub> q<sub>n</sub> q<sub>cn</sub>) (q<sub>n</sub> q<sub>1</sub>))

여기서, (P<sub>n-1</sub> P<sub>n</sub> P<sub>Cn</sub>) (P<sub>n</sub> P<sub>1</sub>)에서 P<sub>n</sub> 은 (P<sub>n-1</sub> P<sub>n</sub> P<sub>Cn</sub>)의 끝점인 동시에 (P<sub>n</sub> P<sub>1</sub>)의 시작점이고 P<sub>Cn</sub>은 원호의 중심점이다. 또 P<sub>i</sub>( x<sub>i</sub> y<sub>i</sub> z<sub>i</sub>)에서 x<sub>i</sub>은 P형식의 페루프에서 최소의 x 좌표값을 가지며, 이 P<sub>i</sub>를 기준으로 P형식의 페루프는 시계방향으로 순환한다. 이러 방법으로 수치형태로 변환된 데이터들은 시스템의 각 모듈에서 데이터로 사용되어진다.

### 2.2 금형설계를 위한 데이터 처리 방법

AutoCAD환경하에서 자동적으로 창출된 스트립-레이아웃도면을 I-DEAS Master Series Drafting 소프트웨어 환경에서 인식 가능한 형태의 데이터로 변환하여 I-DEAS 상에 입력시킨다. 입력된 스트립 레이아웃의 도면요소인 선과 원호는 아래의 형식으로 데이터베이스에 랜덤하게 저장된다.

- Line  
 (Entity,[ViewNum],[LayerNum],[Color],[Weight],  
 [Ltype],[Intel],[GroupName],[Xs],[Ys],[Xf],[Yf])

- Arc  
 (Entity,[ViewNum],[LayerNum],[Color],[Weight],  
 [Ltype],[Intell],[GroupName],[Xc],[Yc],[Rad],[Sa],  
 [Ia])

여기서, Entity는 도면 데이터베이스에서 엔티티 번호를 나타내며 ViewNum는 엔티티 번호에 해당하는 뷰 번호(1-63), LayerNum는 레이어 번호(1-256), Color는 디스플레이 색, Weight는 선의 굵기 정도, Ltype는 선의 종류, Intell는 인텔리전트(Intelligent) 폰드의 사용 유무, GroupName는 그룹 이름, Xs는 시작점 X 좌표, Ys는 시작점 Y 좌표, Xf는 끝점 X 좌표, Yf는 끝점 Y 좌표, Xc는 중심점 X 좌표, Yc는 중심점 Y 좌표, Rad는 원호의 반경, Sa는 시작 각도, Ia는 끝 각도를 나타낸다.

금형설계를 용이하게 수행하기 위하여, 도면 요소로부터 추출된 선과 원호의 엔티티를 페루프 단위로 구성하며 그 표현형식은 1차원 배열로서 아래와 같다.

( Xs(1), Ys(1), Xf(1), Yf(1), Xc(1), Yc(1), Rad(1),  
 Sa(1), Ia(1) )  
 .....  
 ( Xs(n), Ys(n), Xf(n), Yf(n), Xc(n), Yc(n), Rad(n),  
 Sa(n), Ia(n) )

여기서, n은 페루프를 이루었을 때 요구된 엔티티의 개수를 나타내며 선의 경우에는 Xc, Yc, Rad, Sa, Ia의 초기값이 0, 원호의 경우에는 Xs, Ys, Xf, Yf의 초기값이 0으로 주어진다. 이런 방법으로 만들어진 페루프에서 스트립-레이아웃의 정보를 얻는다.

또한, 금형의 각종 부품과 표준품을 데이터 베이스화 시키기 위하여 심볼(Symbol)의 개념을 도입하였으며 그 형식은 아래와 같다.

- 부품의 리스트의 표현방식  
 (( Part\_name<sub>1</sub> Sb\_num<sub>1</sub> view\_pt<sub>1</sub> layer<sub>1</sub> pt<sub>1\_x</sub>  
 pt<sub>1\_y</sub>) .....  
 ( Part\_name<sub>n</sub> Sb\_num<sub>n</sub> view\_pt<sub>n</sub> layer<sub>n</sub> pt<sub>n\_x</sub>  
 pt<sub>n\_y</sub>))

여기서, Part\_name<sub>n</sub>는 n번째 부품의 이름을 나타내고 Sb\_num<sub>n</sub>은 부품의 심벌 번호를 view\_pt<sub>n</sub>

은 뷰 포인트를 layer<sub>n</sub>은 레이어를 pt<sub>n\_x</sub> 부품의 x 좌표를 pt<sub>n\_y</sub>는 y좌표를 나타낸다.

### 3. 시스템의 구성

본 연구는 반도체 리드 프레임에 대한 블랭킹 및 피어싱용 자동화된 공정설계 및 금형설계 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 입력 및 형상처리 모듈, 가공가능성 검사 모듈, 스트립-레이아웃 모듈, 데이터 변환모듈, 다이-레이아웃모듈로 구성되어 있다. 또한, 시스템은 하나의 환경에서 수행되며 각 모듈들이 규칙과 데이터 베이스를 공유하므로 실행 중에 시스템을 중단하지 않고서 모든 과정을 수행할 수 있는 장점이 있으며 시스템의 진행방식은 선택의 다양성을 위하여 대화식을 이용하였다. 본 연구에서 구축된 시스템에 대한 개략도를 Fig. 1에 나타내었으며 개발된 시스템의 전체적인 모듈구조를 Fig. 2에 나타내었다.

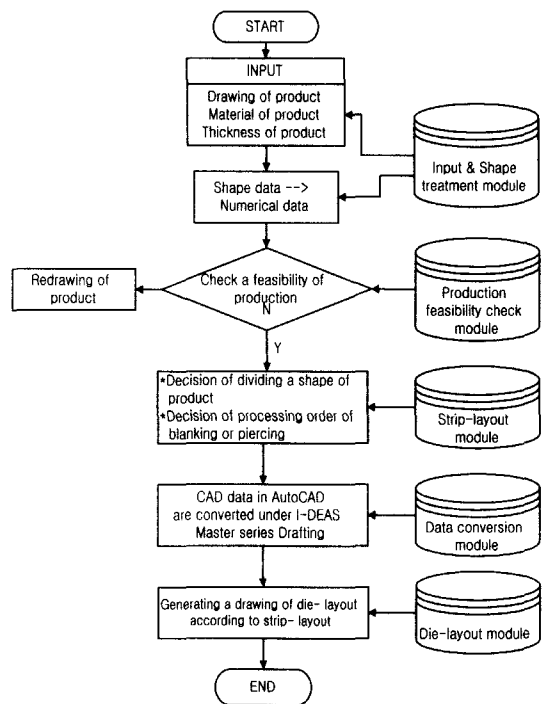


Fig. 1 Configuration of the die design system

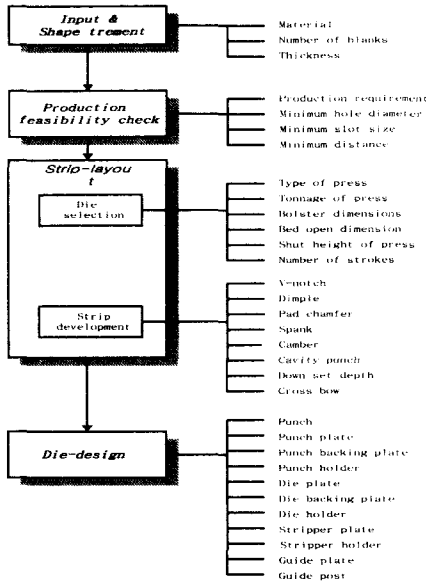


Fig. 2 Modular structure of the die design system

반도체 리드 프레임의 데이터 및 제품도면을 AutoCAD상에 드로잉 하면, 형상처리모듈에서는 도면을 자동으로 인식하고, 인식된 데이터를 가공가능성검사모듈에 전달한다. 가공가능성검사모듈에서는 제품의 성형가능성을 검사한 후에 성형이 가능한 데이터를 스트립-레이아웃모듈에 전달한다. 가공이 가능한 데이터를 받은 스트립-레이아웃모듈에서는 스트립-레이아웃을 수행하며, 데이터 변환 과정을 거쳐 I-DEAS Master series를 기본환경으로 하는 다이-레이아웃 모듈에 전달한다. 그리하여 다이-레이아웃모듈에서는 결정된 스트립-레이아웃에 대하여 금형설계를 수행한다. 시스템을 구성하는 각 모듈들의 기능적인 설명은 아래에서 간략히 다루고자 한다.

### 3.1 입력 및 형상처리 모듈

이 모듈은 입력모듈과 형상처리모듈로 구성되어 있다. 입력모듈에서 리드프레임의 형상과 재질, 두께 등을 입력시키면, 형상처리 모듈에서는 제품의 형상데이터를 설계에 용이하게 하기 위하여 수치데이터로 변환시키고, 변환된 수치데이터로부터 캐비티 형상의 펀치에 관한 데이터를 찾아내어 캐비티 펀치 리스트를 구성하고, 또한 내측펀치, 커팅바, 파이롯 펀치의 리스트를 자동적으로 인식한다.

### 3.2 가공가능성 검사모듈

가공가능성 검사모듈은 형상처리모듈에서 구한 각각의 블랭크의 데이터를 가지고 제품으로 성형가능성을 검사하는 모듈로서, 블랭킹이나 피어싱으로 블랭크 윤곽을 성형할 경우에 어렵거나 불가능한 기하학적 영역을 제시한다. 가공가능성 검사 때에 고려되어지는 요소들은 블랭킹 또는 피어싱될 내부 형상 사이의 거리, 피어싱될 구멍의 직경, 제품의 코너반경 및 필렛반경이다.

### 3.3 스트립-레이아웃모듈

스트립-레이아웃모듈은 가공가능성검사모듈에서 합격한 제품형상에 대하여 공정에 영향을 미치는 여러 가지 인자들을 고려한 스트립-레이아웃이 이루어지도록 공정순서를 결정하는 모듈이다.

### 3.4 데이터-변환모듈

데이터 변환모듈은 AutoCAD환경에서 수행되어진 스트립-레이아웃의 결과를 I-DEAS Master series Drafting 소프트웨어 환경에서 인식 가능한 형태의 데이터로 변환시킨다. 구축된 시스템의 데이터 변환은 DXF(Drawing Exchange Format)와 ANSI 규격인 IGES(Initial Graphics Exchange Specification)에 의한 방식을 시도하였다. 그 개략도는 Fig. 3에 나타내었다.

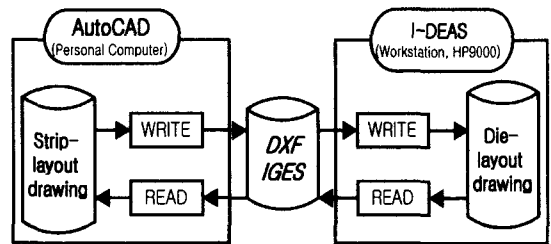


Fig. 3 Data Transference of the system

### 3.5 다이-레이아웃모듈

다이-레이아웃모듈은 스트립-레이아웃모듈에서 얻은 공정에 대한 플레이트상의 공구배치 정보를 이용하여 설계규칙을 만족하는 금형구조와 부품들을 설계를 한다. 프레스 가공방식에 의한 리드 프레임의 프로그래시브 금형세트를 Fig. 4에 나타내었다.



Fig. 4 Die set of lead frame, semiconductor

#### 4. 시스템의 설계 규칙과 데이터 베이스

반도체 리드 프레임에 대한 블랭킹 및 피어싱용 공정설계 및 금형설계를 수행하기 위하여 본 시스템에서는 소성이론, 관련문헌, 현장기술자와의 인터뷰를 통하여 얻은 경험적 지식을 정식화하여 가공가능성검사, 스트립-레이아웃, 다이-레이아웃을 위한 규칙 및 데이터 베이스를 구축하였다.

##### 4.1 스트립-레이아웃을 위한 규칙

규칙1) 일반적으로 노치가 존재하며 가장 먼저 피어싱한다.

규칙2) 만약 V-노치, 딴플(dimple), 그리고 패드 챔퍼(pad chamfer)가 존재하며, 가장 먼저 피어싱한다.

규칙3) 파이릿 핀 홀(Pilot pin holes), 에폭시 홀(Epoxy holes), 몰딩 홀(Molding holes)이 존재하면 가능한 앞의 공정에서 피어싱한다.

규칙4) 만약 파이릿 핀 홀이 존재하면, 홀의 크기는 제품 두께의 3배 이상으로 가공한다.

규칙5) 만약 피어싱 되는 홀(Hole)이 다른 것과 가까이 있거나 기능상 관계가 없다면 여러 공정으로 나누어 가공한다.

규칙6) 위치 정밀도를 크게 요구하는 내부 형상이 존재할 때, 펀치 장비의 장착이 가능하다면, 함께 피어싱한다.

규칙7) 만약 파이릿 핀 홀(Pilot pin hole), 에폭시 홀(Epoxy hole), 몰딩 홀(Molding hole), V-노치, 딴플(Dimple), 패드 챔퍼(Pad chamfer), 내부리드

(Internal lead)가 동시에 가공이 불가능하며, 공정순서는 다음과 같다 : 딴플, V-노치, 패드 챔퍼, 파이릿 핀 홀, 에폭시 홀, 몰딩 홀, 내부 리드.

규칙8) 복잡한 형상의 펀치를 피하기 위해서, 블랭크의 형상을 자동적으로 간단한 형상으로 나눈다.

규칙9) 각 블랭크의 주변길이를 계산한 후, 스트립-레이아웃에서 주변 길이의 크기에 따라 가공 순서를 정한다.

규칙10) 첫 번째 다이블랭크를 나열된 피치의 가장 좌측피치에 배열하고, 공정 순서에 따라 두 번째 피치로 이동한다. 이와 같은 방법을 연속적으로 수행한 후, 스트립-레이아웃을 완료한다.

규칙11) 블랭킹력에 대한 측방력의 비는 데이터 베이스로부터 구한다.

규칙12) 다이측면에 작용하는 면압은 아래식으로 결정한다.

$$P_{face} = \frac{F_d}{L_{shear} \times t \times BLR}$$

여기서,

BLR : 소재 두께에 대한 버니쉬 길이 비(mm)

$F_d$  : 측방력  $t$  : 소재두께

$L_{shear}$  : 전단길이의 총합

규칙13) 다이 측면에 작용하는 면압을 견딜 수 있는 다이 블랭크의 외경은 아래의 식으로 결정한다.

$$d_o = \frac{d_i}{\sqrt{\frac{\sqrt{3}P_{face}}{m\sigma_y} \sqrt{2 - \left(\frac{\sqrt{3}P_{face}}{m\sigma_y}\right)^2} - 1}}$$

여기서,  $m : 1 \leq m \leq 1.155$

$\sigma_y$  : 다이의 항복강도

$d_i$  : 다이 블랭크의 내경

규칙14) 70만타와 80만타 사이에서 다이와 펀치를 재연삭 가공한다.

규칙15) 16핀 이상을 가진 리드프레임에 대해서는 스펙크 공정을 적용한다.

규칙16) 캐비티 형상의 펀치는 분할하여 커팅 바와 함께 가공한다.

규칙17) 캐비티 및 커팅 바의 가공 공정이 동시에 수행될 수 없는 경우, 캐비티 공정을 커팅 바 가공에 앞에 수행한다.

규칙18) 리드와 리드 사이의 간격 및 크로스 보

우(Crossbow)를 보정하기 위하여 이퀄라이즈(Equalizer) 공정을 둔다.

규칙19) 이송오차는 1/100mm, 위치오차는 5/100 mm 이내로 한다.

규칙20) 모든 치수의 측정은 댐바(dambar)로부터 한다.

#### 4.2 다이-레이아웃을 위한 규칙

규칙1) 프로파일 가공이 가능할 경우 다이의 분할을 수행하며, 분할이 불가능할 경우에서 와이어 가공을 수행하여 일체형 다이로 한다.

규칙2) 보통의 표준다이에 대하여 연마 허용량은 0.25보다 크지 않다.

규칙3) 프로그레시브 다이에서의 전 전단길이에 대한 하중 중심점은 아래의 식과 같다.

$$x = \frac{\sum E_i x_i}{\sum E_i}$$

$$y = \frac{\sum E_i y_i}{\sum E_i}$$

여기서,  $E_i$  : 각 엔티의 전단 길이

규칙4) 전단력의 중심과 프레스 중심 사이의 편심량이 다이블록 전장치수의 30%이하의 범위 안에 있도록 설계한다.

규칙5) 공구 구멍간의 안전거리는 아래와 같다.

$$l_1 = 0.5 \times D_1 + 1.125 \times D_2 \quad (D_1 \geq D_2)$$

$$l_2 = 1.5 \times D$$

여기서,  $l_1$  :  $D_1$ 과  $D_2$ 인 원형 구멍의 중심간의 안전거리

$l_2$ : 직경  $D$ 인 원형구멍의 중심과 직선형상의 구멍부분간의 안전거리

규칙6) 체결볼트와 다우얼 핀의 개수 및 지름은 표준 데이터베이스로부터 구한다.

규칙7) 체결 볼트의 개수는 스트리핑력에 의하여 아래의 식으로 계산한다.

$$F_{strip} = 100 \times d_f^2 \times n_f$$

여기서,  $d_f^2$  : 체결 볼트의 직경(cm)

$n_f$  : 체결 볼트의 수

$F_{strip}$  : 스트리핑 력(kg)

규칙8) 체결볼트의 중심에서 다이 플레이트의 모서리까지의 거리는 15mm이상으로 설계한다.

규칙9) 다이 플레이트의 길이가 400mm이상일 때 두 개로 분할한다.

규칙10) 분할된 다이 플레이트간의 간격은 1mm로 설계한다.

규칙11) 플레이트의 모서리에서 서브 가이드 포스트의 중심까지의 거리는 40mm 이상으로 설계한다.

규칙12) 다이 포켓과 다이 플레이트의 모서리까지의 거리는 20mm이상으로 하며, 또한 포켓간의 거리도 20mm이상으로 설계한다.

규칙13) 다이와 펀치 사이의 틈새는 소재의 두께와 인장강도를 고려한 데이터베이스로부터 결정한다.

규칙14) 피어싱제품의 형상은 펀치의 형상에 의해 결정되고, 블랭킹 제품의 형상은 다이치수로 결정된다.

규칙15) 펀치의 길이는 좌굴에 대한 한계값보다 작아야 한다.

· 펀치에 가이드가 없을 경우

$$l \leq \sqrt{(\pi^2 EI / 4CP)}$$

· 펀치에 가이드가 있을 경우

$$l \leq \sqrt{(2\pi^2 EI / CP)}$$

규칙16) 캐비티 펀치는 다이 패드에서 0.1이상 도피시켜 설계한다.

규칙17) 캐비티 펀치는 타이 바에서 0.07유지하면서 설계한다.

규칙18) 스트리퍼와 펀치의 편측 클리어런스는 0.003으로 설계한다.

규칙19) 스트리퍼 플레이트의 두께, 배킹 플레이트의 두께, 다우얼핀 및 체결볼트의 위치는 데이터베이스에 의하여 결정된다.

규칙20) 스트리퍼 플레이트가 스프링식이면 데이터베이스로부터  $C_{strip}$ 을 구한 후 스트리핑력을 아래의 식으로 결정한다.

$$F_{strip} = P \times (1.1 \sim 1.2) C_{strip}$$

규칙21) 스프링의 위치는 같은 피치로 일렬로 배열한다. 만약 같은 피치로 되지 않는 경우는 중심점에서 같은 피치로 재조정한다.

규칙22) 파이렛 핀의 길이는 스트리퍼의 끝단면에서 소재두께의 3배만큼 설계한다.

규칙23) 파이렛 핀은 설치 가능함 범위 내에서 많이 배열하며, 파이렛 핀 피치 간격은 35mm를 넘

지 않도록 배열한다.

규칙24) 파이릿 핀과 파이릿 핀사이에 리프트를 배열한다.

### 5. 시스템의 적용 및 고찰

본 연구에서는 반도체 리드프레임의 제작을 위해 개발된 블랭킹 및 피어싱용 공정설계 및 금형설계 자동화시스템에 Fig. 5과 같은 32LD PLCC리드프레임을 적용하여 각 모듈에서 수행된 결과를 고찰하고자 한다.

#### 5.1 입력 및 형상처리 모듈에 적용

사용자가 Fig. 5과 같이 AutoCAD상에 32LD PLCC 리드 프레임 제품 도면을 입력시키면, 도면은 자동으로 인식되어져서 설계에 용이한 수치데이터의 리스트로 변환되어진다. 변환된 수치데이터는 다음 각 모듈에서 사용될 수 있도록 제품의 각 형상에 따른 펀치 형상의 리스트를 창출시킨다. 창출된 펀치 형상 중에서 파이릿 핀, 에폭시 홀, 외측리드, 물딩 홀, 커팅 바와 같이 제품 외곽 부분을 가공하는 펀치인 경우에는 제품의 형상과 펀치의 형상이 일치하지만, 다이패드, 내측리드와 같이 복잡한 형상에 대해서는 펀치의 분할이 자동적으로 이루어진다. 특히, 내측리드를 피어싱할 경우 다이블랭크의 외경이 간섭을 일으키지 않는 최소거리를 고려하여 전단길이 순으로 순차적인 가공을 한다. 이 때 내측리드의 끝부분에 소성 변형이 발생하게 되는데, 이러한 소성 변형을 방지하기 위하여 캐비티 펀치의 설계가 요구되어진다. 그리하여, 이 모듈에서는 리드프레임의 형상 수치데이터로부터 캐비티 펀치를 설계하는데 필요한 리스트를 추출하여, 캐비티 펀치를 자동으로 설계한다. 이에 대한 결과를 Table 1에 나타내었다.

다이패드 위의 반도체 칩과 내측리드의 코인된 부분은 와이어 본딩이 되는 기능부분으로써 정밀한 가공을 요구한다. 따라서, 내측 리드 펀치의 설계시, 정확한 위치에 와이어 본딩을 시키기 위하여, 내측리드의 길이를 도면치수 보다 0.1mm 크게 피어싱한 후에 캐비티 펀치로 다시 한 번 피어싱하여 최종적인 다이패드 형상을 얻었다. 이 때, 입력 및 형상처리모듈에서 자동적으로 창출된 캐비티 펀치의 형상을 Fig. 6에 나타내었다. 각각의 펀치 리스트들은 규칙 및 데이터 베이스를 공유한 각 모듈에

서 프로그램을 수행시키기 위하여 사용되어진다.

Table 1 The numerical list carried out in shape treatment module for the shape of the cavity punch of the 32LD PLCC lead frame, semiconductor

((45.7875 215.795 0.0) (45.7875 221.93 0.0))
((45.7875 221.93 0.0) (45.8114 221.973 0.0) (45.8375 221.93 0.0) (rev))
((45.8114 221.973 0.0) (46.1095 222.155 0.0))
((46.1095 222.155 0.0) (46.1355 222.162 0.0) (46.1355 222.112 0.0) (rev))
((46.1355 222.162 0.0) (46.4378 222.162 0.0))
((46.4378 222.162 0.0) (46.4851 222.129 0.0) (46.4378 222.112 0.0) (rev))
((46.4851 222.129 0.0) (46.6247 221.723 0.0))
((46.6247 221.723 0.0) (46.6275 221.706 0.0) (46.5775 221.706 0.0) (rev))
((46.6275 221.706 0.0) (46.6275 221.502 0.0))
((46.6275 221.502 0.0) (46.5275 221.402 0.0) (46.5275 221.502 0.0) (rev))
((46.5275 221.402 0.0) (46.3975 221.402 0.0))
((46.3975 221.402 0.0) (46.2975 221.302 0.0) (46.3975 221.302 0.0))
((46.2975 221.302 0.0) (46.2975 216.422 0.0))
((46.2975 216.422 0.0) (46.3975 216.322 0.0) (46.3975 216.422 0.0))
((46.3975 216.322 0.0) (46.5275 216.322 0.0))
((46.5275 216.322 0.0) (46.6275 216.222 0.0) (46.5275 216.222 0.0) (rev))
((46.6275 216.222 0.0) (46.6275 216.019 0.0))
((46.6275 216.019 0.0) (46.6247 216.002 0.0) (46.5775 216.019 0.0) (rev))
((46.6247 216.002 0.0) (46.4851 215.596 0.0))
((46.4851 215.596 0.0) (46.4378 215.562 0.0) (46.4378 215.612 0.0) (rev))
((46.4378 215.562 0.0) (46.1355 215.562 0.0))
((46.1355 215.562 0.0) (46.1095 215.57 0.0) (46.1355 215.612 0.0) (rev))
((46.1095 215.57 0.0) (45.8114 215.752 0.0))
((45.8114 215.752 0.0) (45.7875 215.795 0.0) (45.8375 215.795 0.0) (rev))

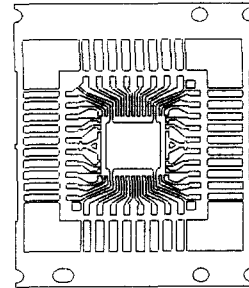


Fig. 5 The 32LD PLCC lead frame

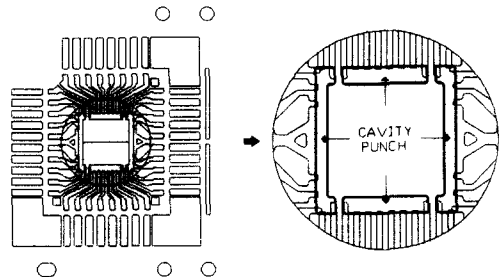


Fig. 6 Generation of the cavity punch of the 32LD PLCC lead frame in the shape treatment module

### 5.2 가공가능성 검사 모듈에 적용

Fig. 5와 같은 32LD PLCC 리드 프레임의 내측 리드를 가공가능성 검사모듈에 적용시킬 때, 제품의 코너반경 및 내부구멍들에 대한 검사결과를 Table 2과 Table 3에 나타내었다. 제품의 최소반경 및 내부구멍들의 치수는 데이터베이스에 저장된 한계치수보다 크므로 가공이 가능함을 알 수 있다. 이와 같이 이 모듈에서는 제품의 가공가능성을 검사하여 실제 생산에서 발생할 수 있는 오류를 사전에 방지할 수 있다.

Table 2 Production feasibility check of corner and fillet radius for the 32LD PLCC lead frame with the thickness 0.254mm

Corner radius greater than criteria	
Minimum corner radius :	0.5
Criteria :	0.1275

Table 3 Production feasibility check of holes for the 32LD PLCC lead frame with the thickness 0.254mm

Min. Diameter of Circle Greater Than Criteria	
Minimum Diameter :	1.25
Limits Diameter :	0.2032
Min. Rectangular Distance G.T. Criteria	
Min. rectangular distance :	0.256
Limit distance :	0.1778

### 5.3 스트립-레이아웃 모듈에 적용

Fig. 5와 같은 32LD PLCC 리드 프레임에 스트립-레이아웃 모듈에 적용시켰을 때 자동적으로 창출된 스트립-레이아웃 도면을 Fig. 7에 나타내었다.

스트립-레이아웃모듈에서는 측방력에 의한 다이블랭크 외경의 간섭을 체크하므로써 다이의 파손을 방지할 수 있는 자동화된 공정설계를 수행할 수 있다. 첫 번째 공정에서는 반도체의 칩에서 발생하는 열을 발산할 수 있도록, 다이 패드 부분의 표면적을 증가시키는 덤플(dimple)공정을 수행하였다. 다음 공정으로 스트립-레이아웃 규칙에 의해 피어

롯 편 구멍, 에폭시 구멍, 사이드 레일의 몰딩 구멍이 피어싱되었다. 32LD PLCC의 경우에는 외측리드의 형상이 내측리드보다 단순하고 규칙적이므로 시스템 설계규칙에 의하여 외측리드를 먼저 가공한 후 내측리드가 가공되었다. 내측리드의 편치는 자동적으로 분할되어지고 분할된 편치의 전단길이 순으로 순차적으로 스트립-레이아웃이 진행되었다. 내측리드를 피어싱 할 때, 내측리드의 끝부분에 소성변형이 발생하지 않도록 캐비티 공정을 수행하여 완전한 내측리드 형상과 다이패드 형상을 얻을 수 있었다. 내측리드 상·하방향의 틸트(tilt)를 보정하기 위하여 스팅크(spank)공정이 수행되었고, 칩(chip)과 내측리드가 정확한 위치에서 와이어본딩(wire bonding)될 수 있도록 코이닝(coining)공정이 수행되었다. 그리고, 스트립이 폭 방향으로 휘어진 양인 크로스 보우(cross bow)을 보정하기 위하여 이퀄라이저(equalizer)공정을 수행하였고 최종적으로 컷팅(cutting)공정이 수행되어졌다. 이 모듈에서는 현장의 경험과 연구결과를 정량화 및 정식화시킨 시스템의 설계 규칙에 의하여 제품의 소성변형 및 결함 등이 발생하지 않는 최적의 스트립-레이아웃 도면을 창출시켰다.

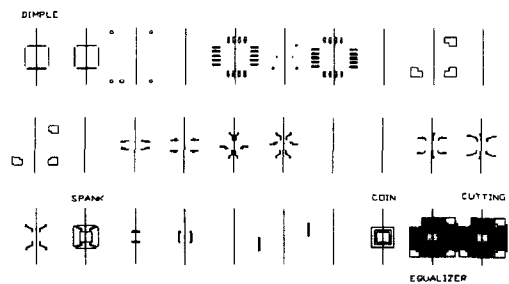


Fig. 7 An automatic strip-layout drawing for the 32LD PLCC lead frame

### 5.4 다이-레이아웃 모듈에 적용

Fig. 5의 32LD PLCC 리드 프레임에 대하여 AutoCAD환경하에서 자동적으로 창출된 스트립-레이아웃도면을 I-DEAS Master series Drafting 소프트웨어 환경에서 인식 가능한 형태의 데이터로 변환하여 다이-레이아웃 모듈을 수행시켰을 때, 이 모듈에서 수행되어 출력된 금형부품 등을 Fig. 8부터 Fig. 11에 각각 나타내었다.

다이-레이아웃 모듈에서는 스트립-레이아웃의 정보를 자동적으로 인식하여 구한 스트립-레이아웃



의 전장과 폭에 의해 '다이-레이아웃 면적' 값을 산출하였다. 그리고, 다이면압에 견딜 수 있는 다이의 경을 고려하여 다이의 길이와 폭을 구한 후, 다이 세트(Die set)의 치수를 데이터 베이스에 저장된 치수로 표준화시켰다. 표준화된 다이 세트의 치수에 따라 다이 플레이트의 두께, 스트리퍼 플레이트의 두께, 다이 플레이트 모서리로부터 맞춤 편 및 체결볼트까지의 최소거리, 맞춤 편 의 직경, 볼트의 직경, 메인 가이드 포스트 및 서브 가이드 포스트의 개수와 직경을 데이터 베이스로부터 구하고, 다이 및 스트리퍼 플레이트의 형태, 가공력 및 압력중심, 스트리퍼력, 다이와 편치사이의 틈새, 다이블록의 치수, 편치 길이 등을 결정하였다. 금형 구조의 형태를 결정짓는 요소는 연간생산 수량, 공정수, 블랭크의 두께 및 재질로써, 본 시스템에 적용된 32LD PLCC 리드 프레임은 이러한 요소들에 의해 다이의 형태를 프로그래시브 다이로, 스트리퍼는 상부 금형에는 가동식 스트리퍼로 하부 금형에는 고정식 스트리퍼로 결정하였다. 또한, 각 공정별로 가공력을 계산하여 프레스를 선정하고, 선정된 프레스의 중심에 계산된 압력 중심을 일치시켜 균형잡인 가공을 할 수 있도록 하였고 스트리퍼력으로 스프링의 수, 체결 볼트의 수를 계산하여 같은 피치로 일직선상에 배열시켰다.

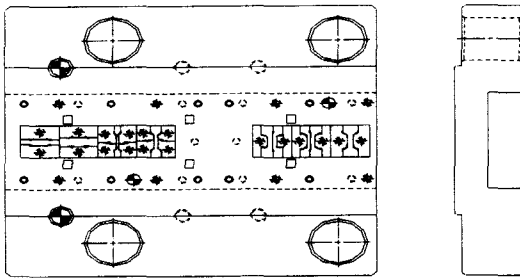


Fig. 8 A drawing of the die plate of internal leads generated in the die-layout module

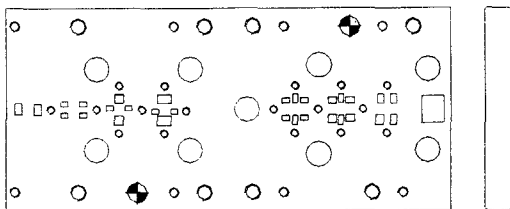


Fig. 9 A drawing of the punch plate of internal leads generated in the die-layout module

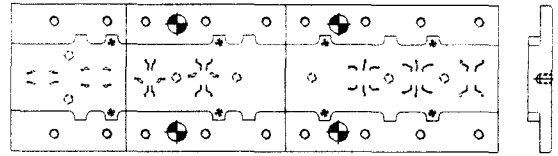


Fig. 10 A drawing of the stripper plate of internal leads generated in the die-layout module

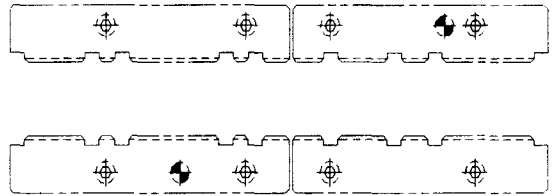


Fig. 11 A drawing of the guide plate of internal leads generated in the die-layout module

## 6. 결론

본 연구에서는 블랭킹 및 피어싱 공정을 갖는 고 정밀도 반도체 리드 프레임 제품을 생산하기 위하여 공정 및 금형설계를 자동화할 수 있는 시스템을 개발했다. 설계절차를 정식화시키고 현장경험을 정량화시킨 시스템을 사용함으로써, 초보자의 경우라도 숙련된 기술자 수준의 결과를 쉽게 얻을 수 있다. 또한, 현장에서는 설계지침의 표준화, 금형의 고 정도화, 소재준비, 표준 구매품, 설계에 필요한 시간 단축으로 인한 제품의 적기공급으로 소비시장을 확대시킬 수 있다. 그러나, 개발된 시스템이 현장에서 더욱 강력한 도구로써 사용되어지기 위하여 몇 가지 연구가 계속되어야 할 것으로 생각된다. 먼저 설계시 현장에서 수행되고 있는 방법 및 경험을 보다 많이 정량화, 정식화시켜 시스템에 반영하고, 또한 현장의 기술을 데이터베이스로 구축하여 시스템의 현장 적용성을 더욱 높이도록 개선해야 할 것이다.

## 후기

본 연구는 부산대학교 및 금형가공 연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금에 의한 것

입니다.

### 참고 문헌

1. J. C. Choi, B. M. Kim, H. Y. Cho, Chul. Kim, "A compact and practical CAD system for blanking or piercing of irregular-shaped sheet metal products and stator and rotor parts," International Journal of MACHINE TOOLS & MANUFACTURE, Vol. 38, pp. 931-963, 1998.
2. J.C. Choi, B.M. Kim, H.Y. Cho, Chul Kim, J.H. Kim, "An integrated CAD system for the blanking of irregular-shaped sheet metal products," Journal of Materials Processing Technology, Vol. 83, pp. 84-97, 1998.
3. 최 재찬, 김 병민, 김 철, 윤 지훈, "불규칙형상의 박판제품에 관한 블랭킹 및 피어싱용 통합적 CAD 시스템," 한국정밀공학회지, 제15권, 제2호, pp. 124-133, 1998.
4. G. Schaffer, "Computer design of progressive dies," Am. Mach, Vol. 22, pp. 73-75, 1971.
5. B. Fogg and Jaimeson, "The influencing factors in optimizing press tool die layouts and a solution using computer aids," CIRP Annals, Vol. 24, pp. 429-434, 1975.
6. Y. Shibata and Y. Kunimoto, "Sheet metal CAD/CAM system," Bull. Jpn. Soc. Prec. eng., Vol. 15, pp. 219-224, 1981.
7. S. Nakahara, T. Kojima, S. Tamura, A. Funimo, S. Choichiro and T. Mukumuru, "Computer progressive die design," Proceedings of 19th MTDR conference, pp. 171-176, 1978.
8. Y.K.D.V. Prasad and S. Somasundaram, "CADDs : An automated die design system for sheet-metal blanking," Computing & control engineering journal, pp. 185-191, 1992.
9. F. Strasser, "The secret of successful press tool design," Tooling, February, 1976.