〔논문〕 한국소성가공학회지(1998), 제7권 제6호
J. of the Korean Society for Technology of Plasticity Vol. 7, No. 6, (1998)

반도체 리드프레임의 프로그레시브 가공을 위한 공정설계 자동화 시스템

김재훈* · 윤지훈* · 김 철** · 김병민** · 최재찬**

(1998년 7월 1일 접수)

An Automated Process Planning System of Lead Frame for Progressive Working

J.H. Kim, J.H. Yoon, Chul Kim, B.M. Kim and J.C. Choi

Abstract

This paper describes a research work of developing a computer-aided design of lead frame, semiconductor, with piercing operation which is very precise for progressive working. An 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 using AutoLISP of AutoCAD on a personal computer and is composed of three main modules, which are input and shape treatment, production feasibility check, and strip-layout module. Based on the knowledge-based rules, the system is designed by considering several factors, such as material and thickness of product, complexities of blank geometry and punch profile, and availability of press. Also, strip-layout drawing generated by piercing operation according to punch profiles considered V-notch, dimple, pad chamfer, spank, cavity punch, camber, and cross bow of lead frame is displayed in graphic forms. This system can be used by a novice who may not have any knowledge of tool design and will increase efficiencies to the designer in this field.

Key Words : Lead Fframe, Piercing, Input and Shape Treatment, Cavity Punch, Production Feasibility Check, Strip-layout

1. 서 론

우리 나라 전자산업은 80년대 후반 이후 가정용 전자제품을 중심으로 한 국내 전자, 기계공업의 성장 둔화 속에서도 반도체를 중심으로 한 주요제품의 수출산업화 진전과 업계의 부품 국산화 노력 및 설비 투자에 힘입어 생산 및 수출 면에서 꾸준한 성장세를 나타냄으로서, 전체산업의 성장률을 주도하는 핵심부분으로 자리잡게 되었다. 특히 반도체 리드프레임은 일반 컴퓨터에서부터 가전제품 및 완구류에 이르기까지 널리 사용되는 부품으로서, 반도체 칩을 지지해주는 동시에 수십 미크론의 금속선으로 연결하여 외부와의 신호 입출력이 가능하게 하는 IC 제조공

* 부산대학교 대학원, 정밀기계공학과
** 부산대학교 기계공학부, 정밀정형 및 금형가공 연구센터

정의 중요부분을 차지하고 있는 금속제 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. 프레스 가공방식은 에칭가공 방식의 10배 이상의 생산능력이 가능하나 초기에 설비투자자본을 많이 요할 뿐만 아니라 공정설계 시간이 많이 소요되어 급변하는 소비시장에 공급시기를 놓치는 등 문제점을 지니고 있다. 더욱이 국내 전문 금형설계 제작업체의 영세화 및 기술력 부족으로 고정밀 프로그레시브 금형제작에 따른 비용상승 및 단 납기 대응에 많은 문제점이 발생하여 국내 수급 및 수출에 어려움을 겪고 있으며, 리드프레임 제작용 공정설계가 대부분 숙련된 기술자의 경험과 직관적 판단으로 수행되어지므로써 설계에 많은 시간이 소요되고 있다.

따라서 본 연구에서는 숙련된 기술자의 경험, 축적되어온 연구결과, 소성가공 이론 등을 정식화시켜 컴퓨터를 이용한 반도체 리드프레임의 공정설계 자동화 시스템을 개발하여, 현장경험이 없는 초보자라도 쉽게 공정설계를 수행할 수 있고, 신규 모델의 반도체 리드프레임에 대한 공정설계 시간의 단축으로 인하여, 수요자의 요구에 신속하게 대응할 수 있게 하고, 국내수급은 물론 선진기술업체와의 무한한 경쟁력을 가질 수 있게 하였다.

2. 시스템의 공정설계에 영향을 미치는 인자

시스템의 공정설계에 영향을 미치는 인자로는 다음과 같다.

(a) V-노치: 기포 및 습기를 방지하고, 몰딩시 리드가 에폭시에서 빠짐을 방지한다.

(b) 딤플(dimple): 패드의 안쪽에 홈집을 내어 열을 확산시킨다.

(c) 패드 챔퍼(pad chamfer): 패드 부분의 버를 제거한다.

(e) 스팽크(spank): 내측 리드와 외측리드를 피어싱한 후, 리드부분을 보정한다.

(f) 캐비터(cavity)펀치: 리드의 비틀림을 방지한다..

(g) 캠버(camber): 스트립의 수평방향으로 휘어진 량

(h) 크로스 보우량(cross bow): 스트립의 폭 방향으로 휘어진 량

(i) 다운셋 뎁스(down set depth): 리드 프레임의 아랫 방향으로 다이패드가 처진 량

3. 시스템의 구조

본 시스템은 블랭킹 및 피어싱의 공정변수, 가공가능성 검사, 스트립-레이아웃의 설계에 대한 전문기술지식을 소성가공이론, 축적되어온 연구결과 및 현장전문가의 경험적 지식에서 추출하여 일반적이고 모순이 없는 사항에 대하여 규칙과 데이터베이스를 구축하였다. 경험적인 설계 지침들과 노하우를 체계화하여 정량화시킨 규칙은 의사결정에 기초한 "IF {conditions} THEN{actions}" 형태의 생성규칙을 사용하였으며, 조건부의 정보에 따라서 결과부의 정보를 계산하며 결과부의 출력 정보는 다음 조건부의 입력 정보가 된다. 또한 정량화된 데이터는 시스템 내의 추가적인 구축을 용이하게 할 수 있다.

본 연구에서 구축된 시스템에 대한 개략도를 Fig. 1에 나타내었다.

시스템은 하나의 환경에서 수행되며 각 모듈들이 규칙과 데이터 베이스를 공유하므로 수행 중에 시스템을 중단

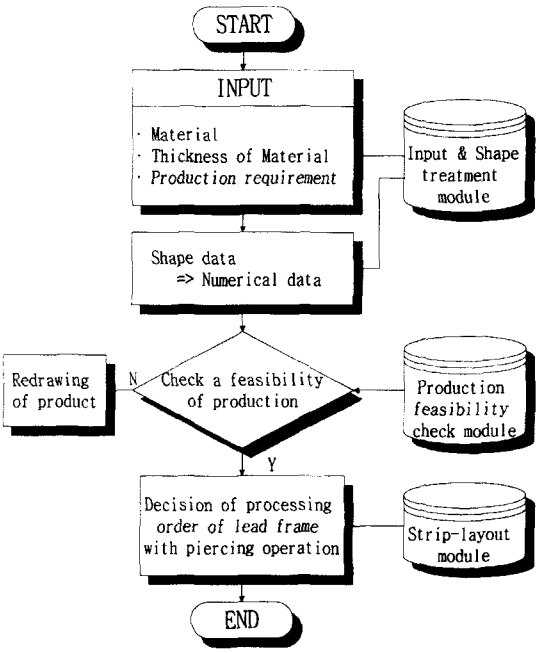

Fig. 1 Configuration of the process planning system

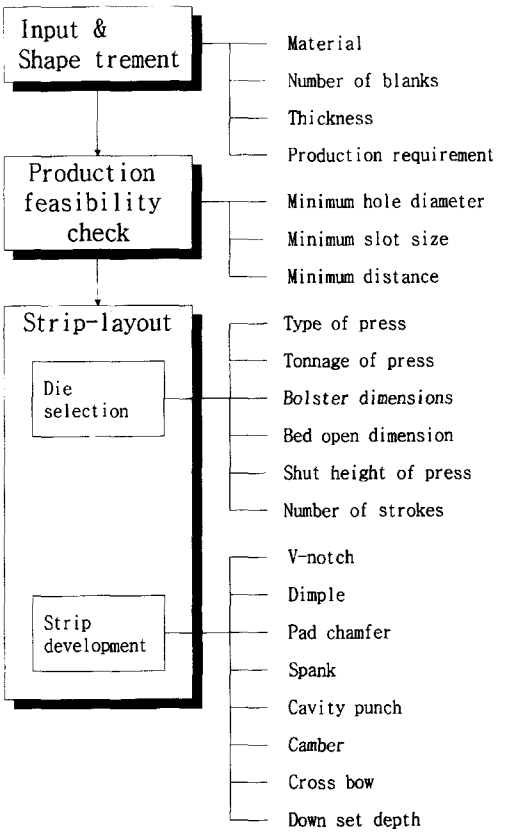

Fig. 2 Modular structure of the system

하지 않고서 모든 과정을 수행할 수 있는 장점이 있다. 또한 시스템의 진행방식은 선택의 다양성을 위하여 대화식을 이용하였으며, 개발된 시스템의 전체적인 흐름도를 Fig. 2에 나타내었다.

반도체 리드 프레임의 데이터 및 제품도면을 AutoCAD상에 그리면, 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 자동으로 수행한다. 이러한 시스템을 구성하는 각 모듈들의 기능적인 설명은 아래에서 간략히 다루고자 한다.

3.1 입력 및 형상처리 모듈(input and shape treatment module)

이 모듈은 입력모듈과 형상처리모듈로 구성되어 있다. 입력모듈에서 리드프레임의 형상과 재질, 두께 등을 입력시키면, 형상처리 모듈에서는 제품의 형상데이터를 설계에 용이하게 하기 위하여 수치데이터로 변환시키고, 변환된 수치데이터로 부터 캐비티 형상의 펀치에 관한 데이터를 찾아내어 캐비티 펀치 리스트를 구성하고, 또한 내측펀치, 커팅 바, 파이롯 핀의 리스트를 자동적으로 인식하여, 스트립-레이아웃 모듈에서 리드프레임에 대한 공정설계를 위한 도면을 창출해낸다.

3.2 가공가능성 검사모듈(production feasibility check module)

가공가능성 검사모듈은 형상처리모듈에서 구한 각각의 블랭크의 데이터를 가지고, 제품의 가공가능성을 검사하는 모듈이다. 내부형상 사이의 거리, 피어싱될 구멍의 직경, 제품의 코너 및 필렛반경을 데이터 베이스에 저장된 한계치수와 비교하여 가공 가능한 기하학적 영역을 제시한다.

3.3 스트립-레이아웃모듈(strip-layout module)

스트립-레이아웃모듈은 공정에 영향을 미치는 여러 가지 인자들을 고려한 스트립-레이아웃이 이루어지도록 공정순서를 결정하는 모듈로써, 입력 및 형상처리모듈에서 자동적으로 인식된 리스트를 가지고 펀치형상의 분할을 자동으로 수행하여 피어싱 가공을 한다.

4. 스트립-레이아웃을 위한 설계규칙

순차용 이송다이에서 수행되어지는 각각의 블랭크 공정들에 대해서는 쉽게 수행되지만 각각의 공정들을 조합해서 최적의 다이설계를 위한 가장 실제적인 공정설계를 수행하는 것은 상당히 어렵다. 따라서 공정순서와 각 공정의 세부사항들은 블랭크를 경제적으로 생산하기 위하여 정확하게 설계되어져야 한다. 스트립-레이아웃을 위하여 시스템에 이용되는 기본 설계규칙들은 다음과 같다.

규칙1) V-노치, 딤플, 패드 챔퍼링 등과 같이 체적부분의 손실을 가져오는 공정은 제일 먼저 수행한다.

규칙2) 파이롯 핀 구멍, 에폭시 구멍, 사이드 레일의 몰딩 구멍등은 가능한 앞 공정에서 먼저 수행한다.

규칙3) 내측리드 및 외측리드에 대해서는 변형량을 최소화시키기 위하여 전단길이 순으로 피어싱 가공을 한다.

규칙4) 16핀 이상을 가진 리드프레임에 대해서는 스팽크 공정을 적용한다.

규칙5) 70만타와 80만타 사이에서 다이와 펀치를 재연삭 가공을 한다.

규칙6) 캐비티 형상의 펀치는 분할하여 컷팅 바와 함께 가공한다.

규칙7) 캐비티 및 컷팅 바의 가공 공정이 동시에 수행될 수 없는 경우, 컷팅 바 가공은 반드시 캐비티 공정에 앞선다.

규칙8) 패드의 버가 생긴 방향으로 내려간 경우를 다운셋이라 하고, 반대의 경우를 업셋이라 한다.

규칙9) 리드와 리드 사이의 간격 및 크로스 보우를 보정하기 위하여 이퀄라이즈(equalizer) 공정을 둔다.

규칙10) 이송오차는 1/100 mm, 위치오차는 5/100 mm 이내로 한다.

규칙11) 모든 치수의 측정은 댐바(dam bar)로부터 한다.

규칙12) 외측 리드의 코너반경은 0.1 mm로 한다.

규칙13) 내측 리드의 펀치는 캐비티 펀치의 안쪽으로 들어가게 한다.

규칙14) 펀치의 필렛반경은 가공이 가능한 최소반경으로 한다.

규칙15) 파일롯트 구멍이 존재하면 처음 공정에서 피어싱가공을 한다.

규칙16) 서로 관련이 있는 내부형상이 존재할 때 펀치 장착이 가능하면 첫 번째 공정에서 가공한다.

규칙17) 피어싱될 구멍들이 서로 근접해 있거나 기능적으로 관련이 없다면 이 구멍들은 여러 공정으로 분배되어진다.

규칙18) 복잡한 펀치의 사용을 피하기 위하여 블랭크 형상을 간단한 형상으로 분할한다.

규칙19) 복잡한 제품으로부터 분할되어진 각각의 블랭크 형상에 대하여 측방력에 의한 다이면압을 견딜 수 있는 다이 블랭크의 크기를 결정한다.

규칙20) 첫 번째 다이블랭크를 나열된 피치의 가장 좌측피치에 배열하고, 공정 순서에 따라 두 번째 다이블랭크를 첫 번째 다이블랭크가 놓여진 피치에 놓을 때, 겹쳐지지 않으면 첫 번째 피치에 배열하고 겹쳐지면 두 번째 피치로 이동한다. 이와 같은 방법을 연속적으로 수행한 후, 스트립-레이아웃을 완료한다.

규칙21) 블랭킹력에 대한 측방력의 비는 데이터베이스로부터 구한다.

규칙22) 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

규칙23) 다이측면에 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 : $1 \le m \le 1.155$

σ_y : 다이의 항복 강도

d_i : 다이 블랭크의 내경

5. 적용 및 고찰

본 연구에서는 개발된 반도체 리드프레임 전용 공정설계 시스템에 32LD PLCC리드프레임 제품을 적용시켰다. 그리하여 시스템의 각 모듈들에서 수행되어 출력된 결과들을 고찰하고자 한다.

5.1 입력 및 형상처리 모듈에 적용

사용자가 Fig. 3과 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 파일롯 핀, 에폭시 홀, 외측리드, 몰딩 홀, 커팅 바와 같이 제품 외곽 부분를 가공하는 펀치인 경우에는 제품의 형상과 펀치의 형상이 일치하지만, 다이패드, 내측리드와 같이 복잡한 형상에 대해서는 펀치의 분할이 자동적으로 이루어 진다. 내측리드를 피어싱할 경우 다이블랭크의 외경이 간섭이 일어나지 않는 최소거리를 고려하여 순차적으로 가공을 한다. 이 때 내측리드의 끝부분에 소성 변형이 발생하게 되며, 이러한 소성 변형을 방지하기 위하여 캐비티 펀치의 설계가 요구되어 진다. 이 모듈에서는 리드프레임의 형상 수치데이터

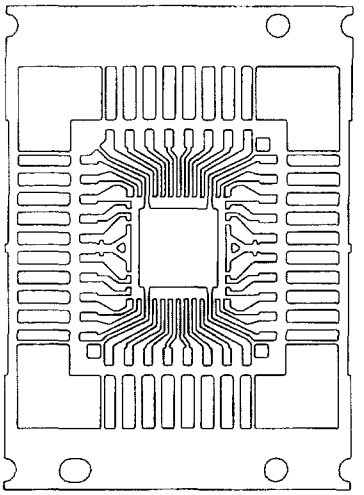

Fig. 3 Drawing of a sample blank, 32LD PLCC lead frame

로부터 캐비티 펀치를 설계하는데 필요한 리스트를 추출하여, 캐비티 펀치를 자동으로 설계한다. 내측리드 펀치의 설계시, 내측리드 펀치와 캐비티 펀치와의 경계에서 내측리드의 치수를 정확히 맞추기 위하여 내측리드 펀치 랜드(land)부를 길이가 캐비티 펀치의 안쪽으로 0.1 mm 들어가도록 설계하였으며, 내측리드 펀치의 코너 반경은 0.05 mm로 하였다. 그리하여, 입력 및 형상처리모듈에서 자동적으로 창출된 펀치의 형상을 Fig. 4에 나타내었다.

각각의 펀치 리스트들은 규칙 및 데이터 베이스를 공유한 각 모듈에서 프로그램을 수행시키기 위하여 사용되어진다.

5.2 가공가능성 검사 모듈에 적용

Fig. 4의 32LD PLCC 리드 프레임의 내측리드를 가공가능성 검사모듈에 적용시킬 때, 제품의 코너반경 및 내부구멍들에 대한 검사결과를 Table 1에 Table 2에 나타내었다. 제품의 최소반경 및 내부구멍들의 치수는 데이터베이스에 저장된 한계치수보다 크므로 가공이 가능함을 알 수 있었다. 이와 같이 이 모듈에서는 제품의 가공가능성을 검사하여 실제 생산에서 발생할 수 있는 오류를 사전에 방지할 수 있다.

Table 1 Production feasibility check of a corner and a fillet radius for 32LD PLCC lead frame with thickness 0.254 mm

Corner radius greater than criteria Minimum corner radius : 0.5 Criteria : 0.127

Table 2 Production feasibility check of holes for 32LD PLCC lead frame with thickness 0.254 mm

Min.diameter of circle less than criteria Minimum diameter : 1.25 Limits diameter : 0.2032 Min.rectangular distance greater than criteria Min. rectangular distance : 0.256 Limit distance : 0.1778

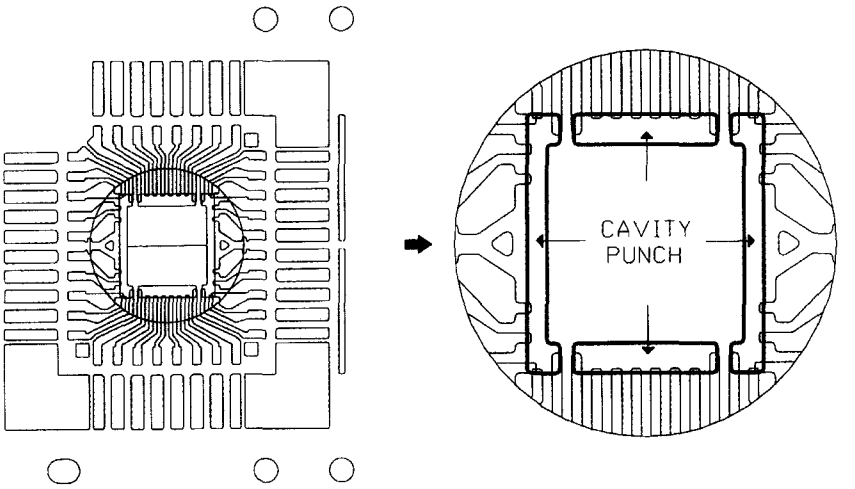

Fig. 4 Redesigned drawing for applying to strip-layout module

5.3 스트립-레이아웃 모듈에 적용

Fig. 4의 32LD PLCC 리드 프레임을 구성하고 있는 내측리드를 스트립-레이아웃 모듈에 적용시켰을 때 스트립-레이아웃이 자동적으로 창출되는 과정을 Fig. 5에 나타내었다.

Fig. 5-a)는 설계자가 입력한 내측리드의 형상을 보여준다. Fig. 5-b)는 리드 프레임의 유니트(Unit)를 기준으로 하여 계산된 배열피치를 보여준다. 이 때에 배열피치는 22.352 mm이다. 각 형상의 주변길이에 대하여 길이 순으로 번호를 매기고 이 번호순서를 공정순서로 정한다. Fig. 5-c)는 첫 번째 공정순서에 해당하는 형상들을 첫 번째 피치에 배열된 것을 보여주며 같은 모양 가진 서로 관련이 있는 형상들은 펀치나 다이의 장착이 가능하면 규칙에 의하여 한 번에 가공되어진다. Fig. 5-d)는 두 번째 공정순서에 해당하는 형상들은 첫 번째 피치에 배열하게 되는데 형상간의 간격이 너무 좁으므로 다이블랭크의 간섭이 발생함을 알 수 있다. 따라서, Fig. 5-e)와 같이 두 번째 공정순서에 해당하는 형상들은 다음 피치에 배열되어진다. 또한, Fig. 5-f)과 같이 세 번째 공정순서에 해당하는 형상들을 첫 번째 피치에 배열했을 때, 충분한 간격이 있어 다이블랭크의 간섭이 발생하지 않으므로 첫 번째 피치에 배열되어진다. Fig. 5-g)와 Fig. 5-h)는 네 번째 공정순서에 해당하는 형상들로서 첫 번째 피치에서 다이블랭크의 간섭이 발생하지만, 두 번째 피치에는 간섭이 발생하지 않으므로 두 번째 피치에 배열되어진다. 같은 방법으로 나머지 공정순서에 해당하는 형상들이 배열된 결과를 Fig. 5-o)에 나타내었다. 그런데, Fig. 5-o)에서 첫 번째 피치에 배열된 형상 중에서 세 번째 공정순서에 해당하는 형상들은 서로 관련이 있어 한 번에 가공하는 것이 원칙이나 다이블랭크의 간섭으로 인하여 분리하여 가공되어진다. Fig. 5-p)에서 보는 바와 같이, 균형잡힌 피어싱 가공을 위하여 대각으로 마주보는 형상을 한 번에 가공하고, 나머지 부분에 해당하는 형상들은 다음 피치로 이동된다. 이 때, Fig. 5-p), q), r)에서처럼 다른 형상들과 다이블랭크의 간섭이 발생하므로 다음 피치로 계속 이동하여 간

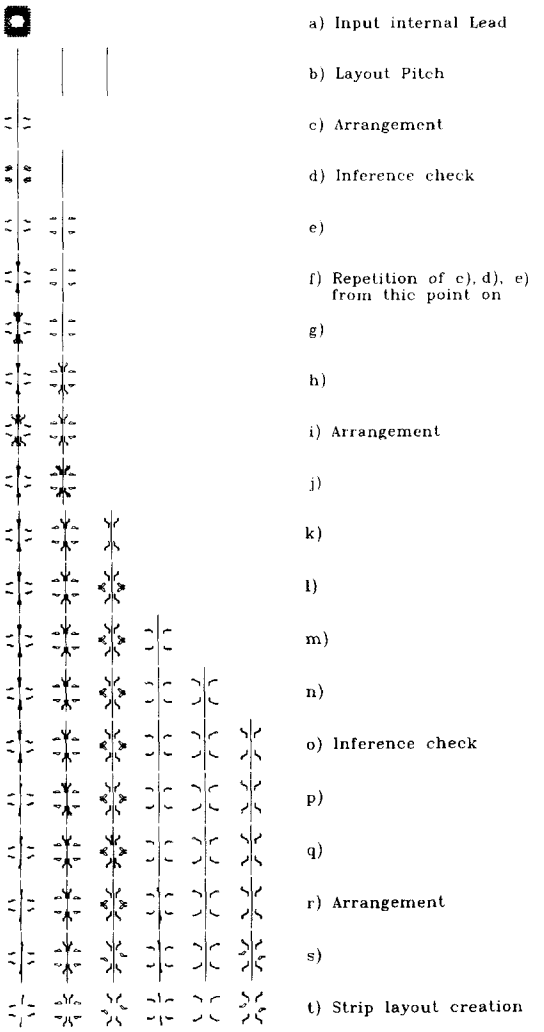

Fig. 5 Antomatic strip-layout flowchart for internal lead

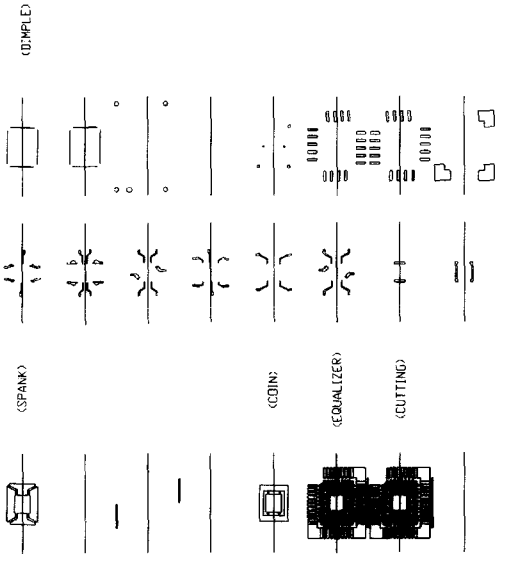

Fig. 6 Automatic strip-layout for 32LD PLCC lead frame

섭이 발생하지 않는 네 번째 피치에 배열되어진다. Fig. 5-r)과 s)의 세 번째 피치에 배열된 형상도 다이블랭크의 간섭에 의하여 여섯 번째 피치에 배열되어진다. 그리하여, Fig. 5-t)와 같이 리드 프레임의 내측리드에 대한 스트립-레이아웃이 자동적으로 창출되어진다. 이와 같이 스트립-레이아웃모듈에서는 측방력에 의한 다이블랭크 외경의 간섭을 체크하므로써 다이의 파손을 방지할 수 있는 자동화된 공정설계를 수행할 수 있다.

Fig. 4의 32LD PLCC 리드 프레임 형상을 스트립-레이아웃 모듈에 적용시켰을 때 자동적으로 창출되어진 스트립-레이아웃의 도면을 Fig. 6에 나타내었다. 첫 번째 공정에서는 반도체의 칩에서 발생하는 열을 발산할 수 있도록, 다이 패드 부분의 표면적을 증가시키는 딤플(dimple)공정을 수행하였다. 다음 공정으로 스트립-레이아웃 규칙2)에 의해 파이롯 핀 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 펀치는 자동적으로 분할되어지고 분할된 펀치의 전단길이 순으로 순차적으로 스트립-레이아웃이 진행되었다. 이 때, 내측리드의 소성변형이 발생하지 않도록 캐비티 공정을 수행하여 완전한 내측리드 형상과 다이패드 형상을 얻을 수 있었다. 내측리드 상 · 하방향의 틸트(tilt)를 보정하기 위하여 스팽크(spank)공정이 수행되었고, 칩(chip)과 내측리드가 정확한 위치에서 와이어본딩(wire bonding)될 수 있도록 코이닝(coining)공정이 수행되었다. 그리고, 스트립이 폭방향으로 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.

6. 결 론

본 연구에서는 새로운 모델의 리드프레임 제작에 신속히 대응할 수 있는 고정밀 프로그레시브 가공을 위한 공정설계 자동화 시스템을 개발했다. 경험적인 지식을 정량화하고 설계절차를 정식화시킨 개발된 시스템을 사용함으로써, 사용자는 판재성형에 대한 약간의 지식만 있어도 전문가가 설계한 내용과 거의 동일한 결과를 얻을 수 있으며, 현장에서는 설계지침의 표준화, 금형의 고 정도화, 소재준비, 표준 구매품, 공정설계에 필요한 시간 단축으로 인한 제품의 적기공급으로 소비시장을 확대시킬 수 있다. 영세화 및 기술력 부족으로 인하여 납기단축에 능동적으로 대처하지 못하여 소비시장 및 수출경쟁력을 상실한 프로그레시브 금형업체에 기술력을 향상시켜 반도체 리드프레임에 대한 국내 수급의 불균형을 해소시키고 수입대체 효과를 가져오게 할 수 있다. 개발된 시스템의 현장 적용성을 더 높이기 위해서는 현장에서 수행되고 있는 방법 및 경험을 보다 많이 정량화 및 정식화시켜 리드프레임 전용 공정설계 시스템에 반영하도록 하여야 할 것이다.

후 기

본 연구는 부산대학교 정밀정형 및 금형가공 연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금에 의한 것입니다.

참고 문헌

(1) J. C. Choi, B. M. Kim, H. Y. Cho, Chul. Kim, 1998, "A compact and pratical 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.

(2) 최 재찬, 김 병민, 김 철, 윤 지훈, 1998, "불규칙형상의 박판제품에 관한 블랭킹 및 피어싱용 통합적 CAD 시스템", 한국정밀공학회지, 제15권, 제2호, pp. 124~133.

(3) G. Schaffer, 1971, "Computer design of progressive dies", Am. Mach, Vol. 22, pp. 73~75.

(4) B. Fogg and Jaimeson, 1975, "The influencing factors in optimizing press tool die layouts and a solution using computer aids", CIRP Annals, Vol. 24, pp. 429~434.

(5) Y. Shibata and Y. Kunimoto, 1981, "Sheet metal CAD/CAM system", Bull. Jpn. Soc. Prec. eng., Vol. 15, pp. 219~224.

(6) S. Nakahara, T. Kojima, S. Tamura, A. Funimo, S. Choichiro and T. Mukumuru, 1978, "Comput-

er progressive die design". Proceedings of 19th MTDR conference, pp. 171~176.

(7) Y.K.D.V. Prasad and S. Somasundaram, 1992, "CADDS : An automated die design system for sheet-metal blanking", Computing & control engineering journing, pp. 185~191.

(8) K. Shirai and H. Murakami, 1989, "A compact and practical CAD/CAM system for progressive dies", Bull. Jpn. Soc. of Prec. Eng., Vol. 23, No. 1, pp. 25~30.

(9) F. Strasser, 1976, "The secret of successful press tool design", Tooling, Feburary.