한국소성가공학회 2001년도 추계학술대회 논문집 pp.186~189

그라비아 인쇄를 위한 Laser Stream Patterning 개선

안태용* · 김한규* · 이동훈*

Laser Stream Patterning Improvement for Gravure Printing

T. Y. Ahn, H. G. Kim, and D. H. Lee

Abstract

The main method in micro-etching process, used in manufacturing semiconductors, electronic components, circuits, is Photo Masking method that exposes and develops on the photo-sensitivity solutions or films. This method enables one to process highly precisely, ±0.03 ㎜ in end line location area. But this has limits in a high speed / wide width process, difficulties in endless masking, and the problem of high price. We have developed the direct masking method to make use of Gravure printing, widely used in grocery packing sheet printing. We made cylinder tools to influence the masking quality by laser stream process. We have confirmed that the end line location accuracy in the line width of the product, is improved from 0.12 ㎜ to ±0.07 ㎜ level, after etching process.

Key Words : Gravure Printing, Laser Stream Patterning, Cell Design, Cylinder Tool

1. 서 론

반도체, 전자부품 및 회로를 Etching공정으로 만드는 과정의 미세 Pattern Masking방법은 선폭 Edge부 위치 정밀도가 ±0.03 mm 이내로서 주로 감광성 용액이나 Dry Film을 피가공재 위에 부착(Lamination)하여 노광 및 현상의 전처리 과정을 거쳐 노출 부위를 부식해 나가는 방법을 이용한다[1].

이 기술은 높은 위치 정밀도를 갖는데 반해 작업 속도가 느리고, 연속 형상으로 제작이 어렵고 가격이 비싸다는 단점을 가지고 있다.

따라서 다소 낮은 품질에 저렴한 가격으로 해당 제품을 만들 때는 새로운 Masking 방법을 검토할 필요가 있다.

일반 식료품 포장용지(Packing) 인쇄[(2),(3)]에 널리 사용되는 Gravure(오목형: 凹) 방법은 연속(Endless) 작업이 가능하고 작업 속도가 약 150 m/Min.로 고속, 대량 생산이 가능하지만, 현재 육안으로 보기에 깔끔하게만 구현되는 인쇄부위 Edge부 위치 정밀도 ±0.12 mm로는 후공정인 Etching을 고려해 볼 때 그 한계가 있다. 따라서 본 논문에서는 인쇄에 필요한 Laser Stream Patterning 기술[(4)]로써 이러한 문제점을 해소하고자 Masking용 Cylinder Tool 의 Test Pattern을 제작/평가하고, 관련 변수를 찾아 개선하고자 하였다.

* 삼성테크윈 정밀기기연구소

2. Gravure 인쇄와 Pattern Tool 제작 원리

그라비아(Rotary Photo Gravure) 인쇄 기술은 1879년에 칼 크랏치(Kal Wengel Klisch)가 발명한 산분식 그라비아(Herio Gravure)가 시초이며 관련 기술의 발달과 함께 사진인쇄를 중심으로 발전해오다 2차 대전이후 플라스틱 필름의 발달로 식료품 포장재 분야에서 널리 사용되어 오고 있다.

인쇄 방법은 그림 1에 나와 있듯이, 용기(Tank)속에 담긴 Ink가 원통형 Tool 이 고속 회전하는 과정에서 원주 면의 수많은 오목(凹)형상의 셀(Cell) 속에 담겨 돌아가면서 인쇄가 불필요한 부분은 끌게(Knife)로 제거된 후 위쪽 가압 로울라의 작용으로 원소재에 Pattern 형상으로 눌려 전이된다.

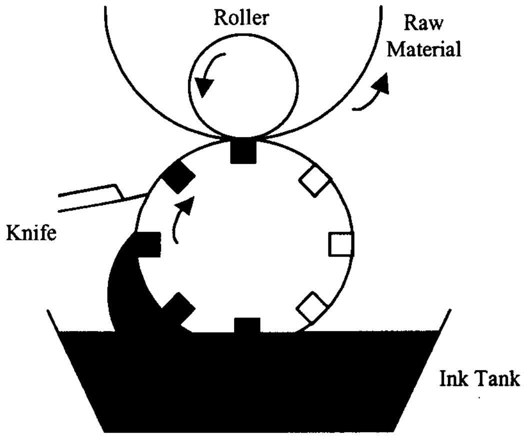

Fig. 1 Gravure Printing & Cylinder Tool

이 때 사용하는 원통형 Tool의 제조방법으로는 기계적인 조각법, 화학적 부식 방법이 있는데, 연속 형상을 만들면서 고품질의 인쇄가 가능한 것이 Laser Stream Patterning 방법이다. 이는 감광성 Film이 필요없이 동(Cu) 도금이 된 원주면에 감광성 용액(Photoresist)을 도포하고 그 위에 Laser(UV Laser)를 직접 조사하여 오목 형상(Halftone, 망점)을 만드는 방식이다. 이들 공정은 CAD 상의 Data을 그래픽으로 바꾸어 컴퓨터 System에서 관리되고 있으나, 오목 형상은 Mesh 선, 심도, Cell 부여 각도 등에 따라서 품질이 결정된다.

참고로 Etching을 위한 전처리 공정은 아래와 같다.

Photo Masking
  * Photoresist or Dry Film → 노광 → 현상

Gravure Printing
  * Laser Stream Pattern Tool → Gravure Printing

3. 실험 장치 및 방법

3.1 Cylinder Tool

실험에 사용한 장비는 국내 A사에서 갖추고 있는 Laser Stream Patterning System을 이용하였으며, Cylinder Tool은 그림 2와 같이 직경 550mm 에 폭 700 mm Steel 소재의 원주면에 Cu 도금후 Cr으로 내마모 처리를 한 것이다. 이때 사용한 소재는 Aluminum Foil 0.03 mm A1235 H 재를 이용하였다.

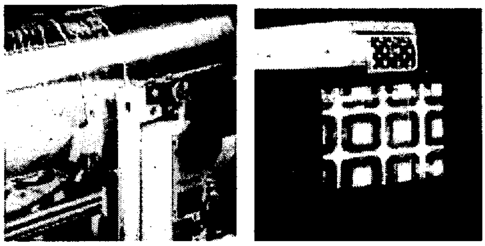

Fig. 2 Cylinder Tool & Detail Cell

3.2 형상별 Test Pattern

평가용 Pattern은 그림 3과 같이 사각형, 원형으로 길이(L)는 0.1 ~ 0.8 mm를 각각 0.05 mm씩 크게 하였고 Space(S)는 0.10, 0.15, 0.20 mm 3종류를 선정하였으며, 사선(각도)은 360도를 15도 간격으로 나누어 길이 0.5, 1.0, 1,5 mm 3 종류를 선택하여 선폭 위치 정밀도와 각도에 따른 영향을 보고자 하였다.

실험에 사용한 인쇄 Roll은 Mesh Size 250선으로 심도 0.02mm, Cell 각도는 인쇄 효과가 가장 뛰어나다는 45도를 기준으로 하였다.

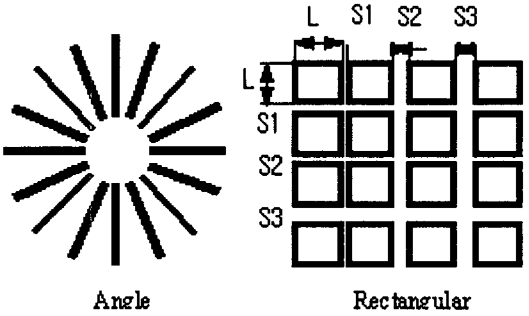

Fig. 3 Test Pattern Design

3.3 Frame(Outline) 처리

포장용 인쇄에서 작은 글씨를 보다 선명하게 표현하기 위하여 그림 4와 같이 끝선 부위에서 Cell 형상과 작

은 간격을 테두리로 만드는 방법이 있는데 본 실험에서는 그 영향을 보고자 그 간격을 0.005, 0.01, 0.02 mm 3 종류로 해서 실험하였다. 이는 회전하는 원통형 Tool에서 Knife가 작용하면서 생기는 "Pin Hole" 현상이 방향성을 갖는데 이를 해소할 수 있는가를 평가하고자 한 것이다.

Fig. 4 Frame(Outline) Design

3.3 오목형상부 결정인자 검토

일반적으로 식품 포장용 Gravure 인쇄에서 Cell에 적용하는 각도는 육안 품질 향상을 위하여 제품의 특성에 따라서 30, 45, 60도의 3가지 종류를 선택하여 부여되는데, 제품이 요구하는 형상 및 선 폭이 어우러져 Cell을 형성한다. 본 실험에서는 원통형 Tool에 오목형상을 만드는 공정 변수를 Mesh, 심도(깊이), Cell 경계부 능선의 폭 등에 대하여 살펴보았으며 부여 각도는 45도를 기준으로 하되 # 400 Mesh에서는 60도를 적용하였다.

또한, 본 실험을 위한 Ink 점도는 점도 평가용 4번 잔컵(Zan Cup) 30초를 기준으로 설정하였다(표 1 참조).

Table 1 Design Factor of Cylinder Tool

Mesh	Depth	Wall Width
# 250	0.02 mm	0.016 mm
# 300	0.015	〃
# 350	0.013	〃
# 400	0.010	0.012 (Cell Angle : 60°)

종전에 사용 중인 Gravure 인쇄용 Tool은 그림 5와 같이 제품 형상에 따라 결정된 하나의 Cell 각도를 부여하기 때문에 많은 부분에서 Cell이 잘려서 1/3 ~ 1/2 정도로 만들어지는 것을 볼 수 있었다.

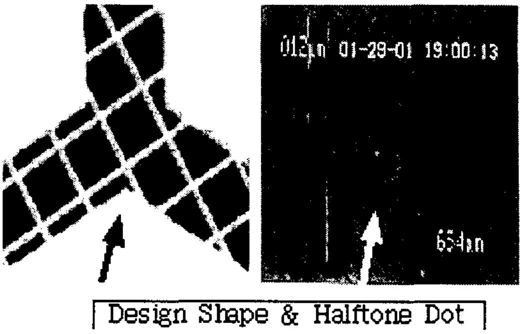

Fig. 5 Cell Angle & Shape (Before)

4. 실험 결과 및 분석

4.1 형상별 Test Pattern

우선 길이(L)방향으로 볼 때 Line이 길어질수록 면이 깨끗하지 못하지만, 약 0.35 mm ~ 0.75 mm에서 선명한 선이 형성되고 수직선이 수평선보다 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 이는 회전하는 원통형 Tool 원주면에 끌게(Knife)로 Ink를 제거해 주는 부분에서의 Edge부 도포가 미흡하여 발생하는 것으로 볼 수 있겠다.

그림 6은 사각형 모양의 수직/수평 방향에서 길이(L) 대비 선폭의 위치 정밀도를 측정한 값으로 수직선보다 수평 방향의 Edge부 품질이 우수함을 알 수 있다.

한편 각도에 따른 인쇄 특성은 30 ~ 60도가 가장 양호하게 나타남을 볼 수 있었다. 이를 통해서 볼 때, Cell 각도가 45도를 유지하고 있으므로 각각 15도 이내에 예각을 가질 때 모양이 깨끗하다는 것을 알 수 있다.

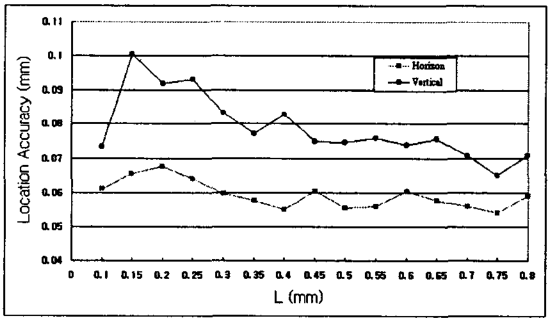

Fig. 6 location Accuracy of Eng Line

그림 7을 보면, 길이 0.45 mm일 때 수직 방향의 인쇄 상태가 보다 깨끗하다는 것을 볼 수 있다.

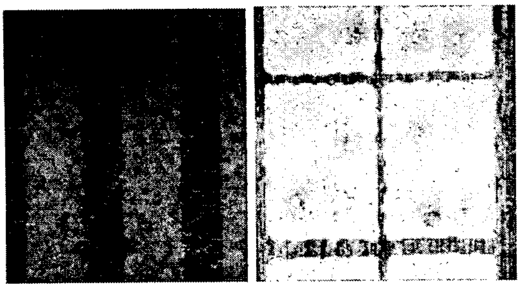

Fig. 7 Test Pattern (After Printing)

4.2 Frame 처리와 Cell 각도의 영향

인쇄성을 개선하고자 "Frame 처리"를 하였으나 원통형 Tool의 작업 특성상 Knife에 의해 Ink를 제거하는 과정이 있어 수평 방향의 아래쪽 부분에서만 생기는 선폭 끝선 부위에서 미세하게 꾸불꾸불하게 생기는 인쇄 특성을 완전히 제거하는 데에는 한계가 있었으며, 0.02 mm로 설정할 때 가장 양호하게 인쇄된다는 것을 알 수 있었다.

한편, Mesh 선에 따른 인쇄 특성은 선수가 높을수록 선명한 인쇄가 가능하지만 상대적으로 Cell 심도(깊이)가 낮아져 인쇄되는 도포 두께가 얇아져서 후공정의 Etching시 Masking이 잘 되지 않았으며, 이에 따라 Mesh 수를 낮추어서 진행해 보았을 때, Mesh #250 선, 심도 0.02 mm에서 가장 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

4.3 Frame(Outline) & Parallel Cell Design

아래 그림 8의 Design 및 Cell 가공부와 같이 Cell 각도를 동일하게 부여하지 않고 제품이 요구하는 형상(Shape)과 평행하게 Cell을 만들어 주는"Parallel Cell Design"으로 만들어주었다. 이를 통해 Cell 형상이 정상 크기의 절반 이하로 잘려 나가는 문제점을 해소할 수 있어 보다 양호한 인쇄 결과를 얻었으며, 인쇄 후 선폭의 위치 정밀도가 0.07 mm 수준으로 관리되었다.

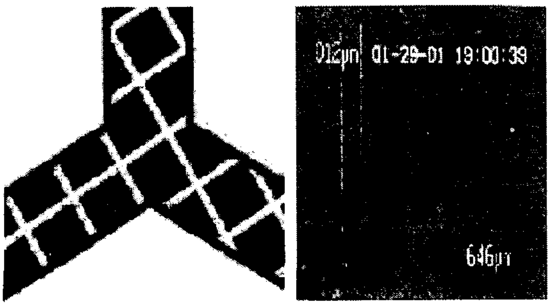

Fig. 8 Parallel Cell Design

5. 결 론

본 논문에서는 후공정인 Etching을 고려한 Pattern Masking을 Laser Stream Patterning 방법으로 선폭 위치 정밀도가 기존 0.12 mm에서 0.07 mm까지 향상시킬 수 있는 방법을 개발하였으며 그 결과는 아래와 같다.

(1) Test Pattern 평가결과 수직 & 수평의 사각형상 모양에서 수직면이 수평방향보다 위치정밀도가 약 0.04 mm 이상 양호함을 알 수 있었다. 이는 원주면의 Ink를 제거하는 Knife에 의해 크게 영향을 받았다고 볼 수 있다. 또한 길이(L)는 0.35 ~ 0.75 mm에서, 각도는 30 ~ 60도 사이에서 인쇄 상태가 우수했다. 이를 통해서, Cell 각도 가 45도 임을 감안해 볼 때 약 15도 이내의 예각을 이루는 경우가 품질이 뛰어나다고 볼 수 있다.

(2) Frame 처리 효과는 부여 치수 0.02 mm 일 때 가장 양호한 결과를 얻었다. Ink가 담겨 전이되는 데에는 다소의 공간이 필요하며, 이 때 0.02 mm가 적절한 폭이 됨을 알 수 있었고, 이보다 큰 치수가 될 때에는 Ink가 흘러내림을 볼 수 있었다.

(3) 제품형상에 따라 결정되는 많은 Cell 에서 정상적인 크기보다 1/3 ~ 1/2 정도가 잘려 나가서 Ink를 담을 수 있는 본래의 기능을 할 수 없는 문제가 발생하였다. 이 문제를 "Parallel Cell Design" 이라는 방법으로 평가해 본 결과 최소한 1/2 이상의 크기를 균일하게 만들기 때문에 인쇄 특성이 크게 개선됨을 확인하였으며, 이로서 후공정인 Etching도 충분히 가능하였다.

참 고 문 헌

(1) 橋本貴夫, 소화 60년, "Photo Fabrication", 총합전자출판사, pp. 160~165.

(2) 인쇄계사 편집인, 1999, "월간 인쇄계" Vol. 296, No 6, pp. 76~87.

(3) 신재준, 신재성, 1998, "월간 팩로지스" Vol. 7-9, No 3, pp 13~21, No 4, pp 13~23, No 5, pp. 11~ 19.

(4) 서정, 한유희, 강래혁, 2000, "레이저 직접 패터닝에 의한 그리비아 망점 형성", 한국 정밀공학회지, Vol. 17, No 11, pp. 191~198.