

미세홀 형상제어를 위한 쾌속조형의 조건선정에 관한 연구

김태호*(동아대학교 기계공학과 대학원), 박재덕(동아대학교 기계공학과 대학원),
이승수(동아대학교 기계공학과), 서상하(부산기능대학 컴퓨터응용기계설계과),
전언찬(동아대학교 기계공학부)

A Study on Selecting Conditions of Rapid Prototype for Controls of Shape of Micro-hole

T. H. Kim(Mech. Eng. Dept., Dong-A), J. D. Park(Mech. Eng. Dept., Dong-A),
S. S. Lee(Mech. Eng., Dong-A), S. H. Seo (Mech. Design Eng., BPC)
E. C. Jeon(Mech. Eng., Dong-A)

ABSTRACT

Rapid Prototype has been used to design and Production of part in a variety of fields ; Car, Electronic products, Aviation, Heavy industry etc. Moreover development of hardware gave rise to use the method of Rapid Prototype more and more at high precision and complicated shapes. Expecially, to be using process of products that shapes of Micro-hole ; Cellular phones, Antennas, Jewels, Semi conductor cases.

In case of Micro-shape, precision of the shape turns on various condition ; Laser size, Laminate height, scanning speed, overcure, viscosity of resin, etc. Sometimes breaks out the case that interner hole of shape is blocked by viscosity of resin. The phenomenon has solved easily to reduce viscosity of resin. But, in case of the method brings about the problem that strength goes down in actuality products hardening.

This study on verify to change of shape of Micro-hole and makes the semiconductor case which has shape of Micro-hole by using resin of higher viscosity, scanning speed and overcure

Key Words :쾌속조형(Rapid Prototype), 경화깊이(overcure), 레이저파워(Laser Power), 파라미터(parameter)

1. 서론

쾌속조형은 주로 자동차, 전자제품, 항공, 중공업 등 다양한 분야에서 제품의 설계 및 생산에 이용되어 왔으나 하드웨어의 발달로 정밀도가 높고 복잡한 형상의 쾌속조형제품을 가공하는 빈도수가 높아지고 있다. 특히 핸드폰 안테나, 주얼리, 반도체 케이스 등 미세 홀의 형상을 가진 제품에 많이 이용되고 있다¹⁾⁻²⁾

기존의 미세 홀 가공의 연구는 한국기계연구원의 마이크로 드릴링 M/C를 이용한 마이크로 Deep hole 가공 특성에 관한 연구³⁾⁻⁴⁾ 및 부산대 ERC의 미세 홀 형성을 위한 마이크로 전해가공과 연세대팀이 기계 및 화학적인 가공법을 이용하여 수 μm ~ 수백 μm 까지의

홀 형상을 가공한 것과 같이 다양하다.⁵⁾⁻⁶⁾ 하지만 이와 같은 연구들은 간단한 원형가공이나 선폭 가공에 머물고 있으며, 다른 형태의 입체적인 구조물의 제작에는 어려움이 있다.

최근 각광받고 있는 쾌속조형장치를 이용한 미세가공은 가공시간의 최소화, 공작물 위치조절불필요 및 자유곡면을 가진 미세형상가공 등 많은 장점을 가지고 있으며, 강성에 대한 문제제기가 있어 왔지만 최근 재료과학 및 레이저에 대한 연구의 발달로 미세형상과 같이 큰 강성을 요하지 않는 모델의 가공에는 큰 장애가 되지 않는다.

미세형상의 경우 레이저의 크기, 적층높이, 주사속도, overcure, 레진의 점도 등 여러 가지 조건에 따라 형상의 정밀도가 달라진다. 특히 레진의 점도

에 의해 형상 내부 홀이 막히는 경우가 발생한다. 이는 미경화 수지의 배출의 암반응으로 인하여 생기는 것으로 이런 현상을 막기 위해서는 점도가 낮은 레진을 사용하여 간단하게 해결될 수 있지만 레진의 점도가 낮으면 경화 후 실제제품에서 강도가 떨어지는 문제점이 지적되고 있다.

본 논문에서는 IC gage형상중의 미세 홀 형상을 제작하기 위한 여러 가지 조건중 레이저파워와 overcure의 조건을 선정하고 점성이 낮은 레진의 후처리 방법을 제시하고자한다.

2. 실험장치

본 연구에 사용된 SLA법은 한 층을 점 대 점(Point by point)방식으로 선택적으로 레이저 광(Laser source)을 조사하여 그 층이 경화되면 밀받침(Platform)을 엘리베이터(Elevator)를 이용하여 적층높이만큼 경화성 수지 속으로 내린다. 그리고 스위퍼(Swipper)를 이용하여 형상에 리코팅 작업을 수행한 다음 용기의 표면에 다시 레이저 광을 조사하여 그 다음 층을 만드는 방법으로 3차원 형상을 반복적으로 적층해 나간다. 액체 속에서 적층하므로 복잡한 형상의 경우에는 지지대(support)가 필요하다. 지지대는 형상의 힘이나 비틀림을 방지하는 역할을 한다. Fig. 4는 SLA법의 적층원리를 나타낸 그림이다.

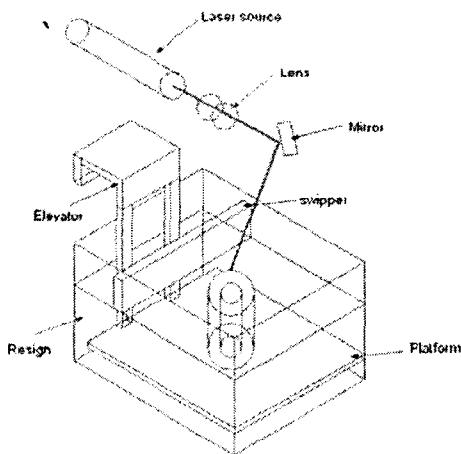


Fig. 1 Process of SLA

Table 1 Typical properties (Post cured part)

| | |
|---------------------|-------------|
| Tensile strength | 69 - 73 MPa |
| Young modulus | 3186 MPa |
| Elongation at break | 4.7 - 6.4 % |
| Impact strength | 37 J/m |
| Shore hardness | 86 |

Table 1은 본 연구에 사용된 재료인 경화성수지의 경화 후 물성치를 나타내었다. 그리고 Fig. 2에 미세형상 측정 장비인 비전시스템을 나타내었다.

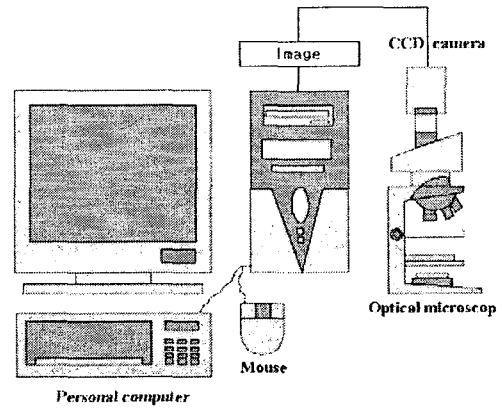


Fig. 2 Photography of vision system

3. 실험방법

Fig. 3은 3차원 IC gage의 형상을 예 보여주고 있다. 외부의 케이스에 내부에 작은 사각형상의 홀을 가지고 있는 형상이다. 내부의 사각형 홀의 크기는 0.35? .15 mm이며 약 300개의 홀을 가지고 있다.

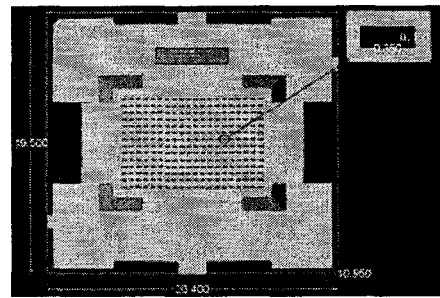


Fig. 3 3-Dimension Model of experiment (IC gage)

조형순서를 간단하게 살펴보면 모델의 외곽 프로파일을 먼저조형하고 내부 홀과 외곽선사이에 있는 내부를 열십자로 경화시키고 난 후 다시 외부 프로파일을 조형하는 순서로 이루어진다. 조건으로는 레이저 파워, overcure (hatch, fill, border), 후처리 방법을 조건으로 사용하였다.

실험에서는 IC gage 내부에 생성된 홀의 조형조건을 선정하기 위하여 단계별로 실험을 수행하였다. 처음으로 레이저 파워의 영향에 대하여 실험을 수행하고 조건을 선정하고 overcure의 조건을 선정하기

위하여 hatch, fill, border 순으로 조건을 선정 한 후 미경화 수지의 암반응의 문제를 해결하기 위하여 상온과 60℃의 중탕 메칠 알코올을 사용하여 세척하였다. 그리고 이 형상을 비전시스템을 통하여 확인하였다. 이런 일련의 과정을 Fig. 4에 나타내었다.

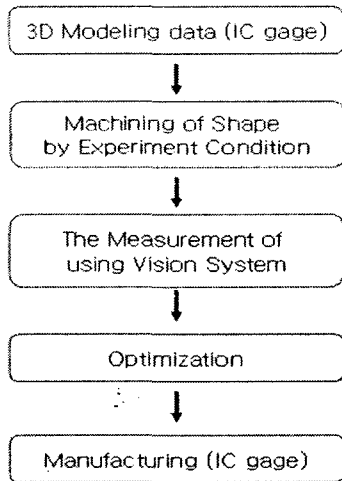
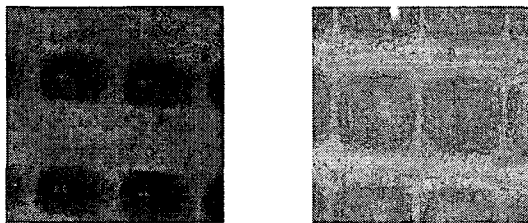


Fig.4 Flowchart of experiment method

4. 실험결과 및 고찰

미세 홀의 경우 장치의 기본조건으로 조형작업을 수행하는데 무리가 따른다. 그것은 장치의 기본조건을 선정한 크기의 범위가 달라지기 때문에 미세 홀의 경우 적은 조건 변화에도 형상에 미치는 영향이 커진다. Fig. 5는 기본조건을 사용한 IC gage의 형상을 나타낸 것으로 a)의 전면부와 b)의 후면부 모습을 보여주고 있다.

그림과같이 전면부의 크기와 후면부의 크기차를 확인할 수 있으며 전면부로 갈수록 형상이 작아지는 것을 확인할 수 있었다.



(a) Front side (b) Back side

Fig. 5 IC gage of Manufacturing using a basal condition

4.1 레이저 파워에 따른 형상변화

레이저의 파워를 100 mw에서 60mw까지 낮추면서 차례로 형상을 제작하여 레이저파워와 관련된 실험을 수행하였다. 레이저의 파워를 낮추면 자동적으로 노광시간이 길어져 작업시간이 길어지지만 가운데 홀 형상이 완전한 사각 홀 형상을 만들 수 없었다. 하지만 홀의 형상이 차츰 커지다가 70mw에서 가장 크게 생성되었다 그리하여 레이저 파워를 70mw로 고정하였다. 이를 Fig. 6에 나타내었다.

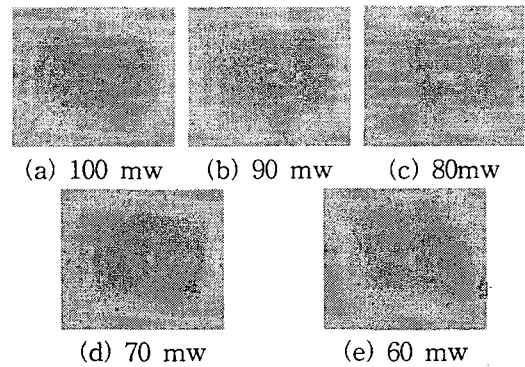


Fig. 6 Shape variations according to Laser power

4.2 Overcure의 변화에 따른 형상변화(Hatch)

Overcure는 레이어와 레이어를 접합시키는 것으로 레이저 광이 적층 레이어를 투과하여 이전의 경화층에 투과되는 깊이를 말하며 내부 충진을 십자형식으로 작업을 할 때 가장 안정적이다.

Hatch는 내부를 충전하는 방법으로 형상의 가로 방향을 제어하는 parameter로 경화 깊이에 따라 형상에 영향을 줄 수 있다. Hatch의 경화깊이는 0.02 mm에서 0.03 mm까지 0.025 mm씩 증가시키면서 작업을 수행하였다.

Fig.7은 Hatch의 경화깊이를 증가시키면서 얻어진 형상의 변화를 확인한 그림으로 overcure의 값이 작을수록 미세 홀 형상이 좋아지는 것을 확인할 수 있었다. 이는 경화깊이가 낮아지면서 수축되는 부위가 작아져 형상을 정확하게 얻을 수 있었다고 판단되어진다.

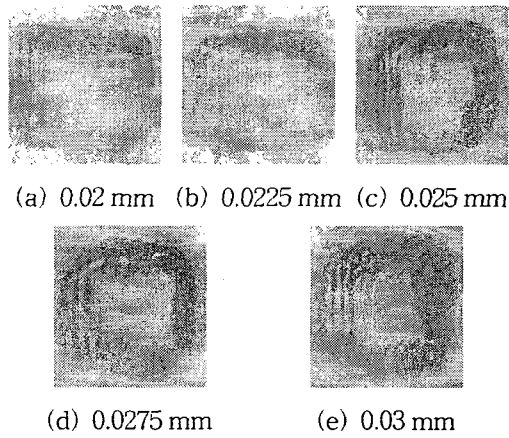


Fig. 7 Shape Variations according to Overcure (Hatch)

4.3 Overcure의 변화에 따른 형상변화(Fill)

Fill은 Hatch와 동일하게 내부를 충전하지만 방향성이 다른 parameter로 세로방향의 경화깊이를 조절한다. Hatch와 마찬가지로 경화깊이는 0.02 mm에서 0.03 mm까지 0.025 mm씩 증가시키면서 작업을 수행하였다.

Fig.7은 Fill의 경화깊이를 증가시키면서 얻어진 형상의 변화를 확인한 그림으로 overcure의 Hatch와 동일한 경향성을 가지는 것을 볼 수 있었다.

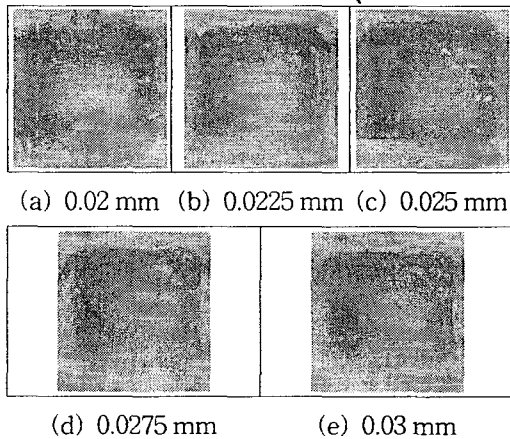


Fig. 8 Shape Variations according to Overcure (Fill)

4.4 후처리 조건에 따른 형상변화

후처리 공정은 메칠알콜을 이용하여 Part를 세척한 후 후경화 처리하여 작업공정을 마무리한다. 그런데 점성이 낮은 유체의 경우 미세한 홀에 갇혀있는 유체를 제거하는데 애로점 생긴다. 이를 해결하

기 위하여 일반적으로 유체의 온도를 높여주어 점성을 높이는 방법을 많이 사용한다. 본 실험에서도 유체의 온도를 높여 점성을 낮추는 방법을 사용하였으며 이를 Fig. 9에 나타내었다. Fig. 9는 상온과 상온 이상의 온도에서 세척을 한 모습을 보여주는 것으로 최적의 조건으로 조형 작업을 수행한 후 상온에서 세척하고 후경화 시켰을 때는 홀 형상 내부에 제거되지 못한 레진이 남아 후경화시 반응하여 홀의 형상을 막는 애로사항이 생겼다. 이는 레진의 점도에 의해 일어나는 것으로 이를 해결하기 위하여 메칠알콜을 증탕하여 온도를 올리고 난 후 조형작업 후의 part를 세척하는 방법으로 레진의 점성을 높여 유동성을 높게한 후 세척하는 방법을 사용하여 얻어진 결과를 그림에서 보여주고 있다.

이처럼 미세한 형상일 때 후처리에서 형상의 최종적인 부분을 제거하지 못하면 많은 형상 변형이 생기는 것을 알 수 있었다.

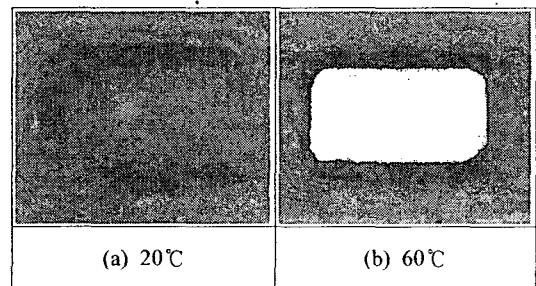


Fig. 9 Shape variations by Processing Module

5. 결론

IC gage 내부의 미세한 홀 형상을 제작하기 위하여 레이저 파워와 overcure를 조절하여 형상을 제작한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 레이저의 파워는 일정 이상의 값을 가지면 형상에는 크게 영향을 미치지 않는 것을 확인할 수 있었다.
2. 내부 충전작업에서 미세 형상은 경화깊이가 낮을수록 형상의 변형에 미치는 영향이 적었으며 본 실험에서는 Fill과 Hatch 모두 parameter의 최소값일 때 최적의 형상을 얻을 수 있었다.
3. 미세 홀 형상 내부의 점성유체를 제거하기 위한 방법을 제시하였으며 후처리 공정의 중요성을 제시하였다.

후기

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업 (신소형제가공청정공정개발연구센터) 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 김태호, 박재덕, 김민주, 이승수, 이준희, 전언찬, "쾌속조형장치의 길이오차를 이용한 형상정밀도 개선에 관한 연구," 한국정밀공학회지 제21권, 제12호, pp. 154-159, 2004.
2. 강원주, 김준완, 이석희, 백인환, "쾌속 조형시스템의 제작 및 성능평가에 관한 연구", 한국정밀공학회지, 제16권, 제4호, pp.19-26, 1999
3. 김동우, 조명우, 이용숙, 강재훈, 민승기, "마이크로 Deep hole 가공 특성에 관한 연구," 한국정밀공학회춘계학술대회논문집, pp. 1064-1067, 2001.
4. 안중환, 김화영, 신정식, 이용숙, 김상중, 오정욱, "주축 속도변동을 이용한 공기회전축시 미세구멍가공의 감시제어," 대한기계학회학술대회논문집 제5호, pp. 1176-1181, 1995.
5. 박정우, 이은상, 문영훈, "미세 홈 형성을 위한 마이크로 전해가공에 관한 연구," 한국정밀공학회지, 제19권, 제4호, pp. 101-108, 2002.
6. 임영모, 임형준, 김수현, "전해 프로세스에 의한 미세축 가공시 형상 및 직경 제어," 한국정밀공학회, 제18권, 제5호, PP. 50-56, 2001.