

# 금속박판 소재 기반 초미세 패턴구조 R2F 성형공정 연구 Research of R2F Process for the sub-micron Pattern Formation based on Metal thin Foil Substrate.

#송정환<sup>1</sup>, 이태진<sup>1,2</sup>, 이해진<sup>1</sup>, 이낙규<sup>1</sup>, 이근안<sup>1</sup>, 전해용<sup>1</sup>

#\*J. H. Song(jhsong@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, T. J. Lee<sup>1,2</sup>, H. J. Lee<sup>1</sup>, N. K. Lee<sup>1</sup>, G. A. Lee<sup>1</sup>, H. Y. Jeon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원 융복합기술연구본부, <sup>2</sup>한양대학교 기계설계·메카트로닉스공학과

Key words : R2F(Roll to flat), Al 박판(Foil), System feasibility

## 1. 서론

최근 마이크로/나노 기술에 관한 관심이 급격히 증가하면서 마이크로/나노 제조기술을 이용한 마이크로/나노부품을 제작하기 위한 많은 연구가 진행되었다[1].

특히 마이크로/나노 부품을 대량으로 생산할 수 있는 기술로 인식되고 있는 마이크로/나노 임프린팅(Imprint) 기술은 나노패턴 및 마이크로 패턴 구현이 가능한 리소그래피(lithography) 기술이다.

이러한 마이크로/나노 임프린팅 리소그래피 기술은 사용하는 수지에 따라 광경화방식 마이크로/나노 임프린팅(UV-NIL)과 열경화방식 마이크로/나노 임프린팅(TH-NIL, Hot Eembossing) 기술로 구분할 수 있다[4].

임프린팅 기술은 LCD, FPD, DVD, e-Paper, 광통신부품 및 고에너지 부품(Solar Cell)의 고기능화 및 고집적도가 요구 되면서 sub- $\mu\text{m}$ ~수십 $\mu\text{m}$  수준의 극미세형상을 대량으로 제작할 수 있는 공정이다.

임프린팅 공정에서 많이 사용하는 고분자물질을 이용한 부품에서는 투습성, 내구성 등의 문제점이 발생하여 이를 보완하기 위한 금속박판(Metal foil)소재 기반 대체 신공정 기술 연구의 필요성을 가지고 있다.

본 연구에서는 프레스 방식 장비인 SHIMADZU 사의 100KN 만능재료시험기(Universal Testing Machine, UTM)에서 Al금속박판 패턴성형이 불가능 하다는 실험결과로부터 Al박판소재를 이용한 점진적 선접촉공정 패턴을 성형이 가능한 R2F System 공정을 사용하여 성형 압력에 따라 패턴 성형성을 평가, 공정 실행 가능성을 분석하였다.

## 2. 본론

### 2.1 R2F Thermal Imprinting System

본 실험에 사용한 R2F Thermal Imprinting System의 전체적인 개략도는 Fig.1,2 과 같다.

R2F Thermal Imprinting System은 전체적으로 고강성 프레임으로 되어 있으며 세부 구성은 2-Axis Moving Stage (Forming and Height Directions), Plate Type Mold Heating Module, Roller Heating Module, Roller Moving Module(Rotating Motion), Jig Unit for Forming Sheet, System Integrated Controller로 이루어져 있다.



Fig.1-1 Overview of the Roll-to-Flat System



Fig.1-2 Overview of the Roll-to-Flat System

### 2.2 실험 순서

실험실 환경은 상온 상태이며 스테인리스강 몰드를 상부 Plate에 부착하고 실험 온도를 설정하여 Plate Heater를 작동시키고 Al박판을 고정 장치에 상부 Plate 및 몰드와 일정 간격을 유지하고 수평이 맞도록 고정하여 준다. Plate가 실험 온도까지 올라가면 롤러를 이동하여 특정 압력으로 가압하고 정밀 Stage를 구동하여 R2F 점진 성형공정을 수행한다. 실험이 완료되면 롤러를 올리고 Al박판과 몰드를 분리시킨다.

### 2.3 실험 조건

다이싱(Dicing) 방법을 사용하여 제작된 SKD-11 소재 몰드는 100 × 100 mm<sup>2</sup>, 패턴 높이(Spacer Part) 100 $\mu\text{m}$ , 폭(Square Part) 200 $\mu\text{m}$ , 간격 110 $\mu\text{m}$ 로 제작 하였다. 실험은 상온에서 진행하며, 일정 롤링 속도(1mm/s)에서 Al박판 패턴 성형이 Table.1과 같이 이루어 진다.

Table.1 Four cases of the experimental condition

	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4
Thickness	0.05	0.05	0.05	0.05
Rolling pressure	50	100	150	200
Mold temperature	상온	상온	상온	상온
Fixture	사용	사용	사용	사용
Rolling Speed	1mm/s	1mm/s	1mm/s	1mm/s

### 3. 결과

실험을 통한 Al박판의 결과 사진은 Fig.2에 보여 준다.



Fig.2 Photograph of Imprinted 0.2 mm-thick Substrate

Fig.3-1,2,3에서 Imprint 된 SEM 사진과 SNU 측정 사진 및 프로파일(Profile)를 볼 수 있다. 압력에 의하여 패턴이 전사된 것을 볼 수 있다.

측정결과 압력을 다르게 하였을 경우 성형률의 변화가 50kg (Rr = 0.18), 100kg (Rr = 0.33), 150kg (Rr = 0.6), 200kg (Rr = 0.81) 로서 압력이 증가함에 따라 향상된다는 것을 알 수 있다.

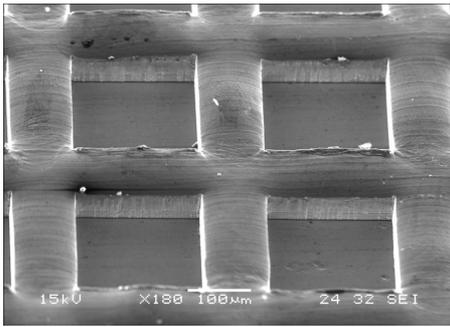


Fig.3-1 SEM Image of Printed Pattern

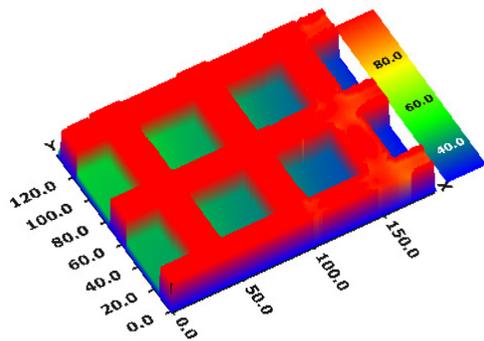


fig.3-2 SNU Image of Levelling and Profile

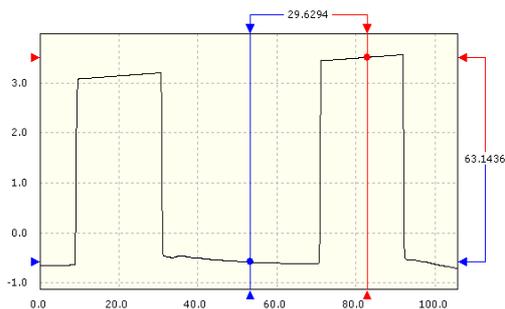


Fig.3-3 SNU Image of Levelling and Profile

### 4. 결론

본 연구는 고분자 소재를 이용한 Imprint 과정에서 발생하는 투습성과 내구성 등의 문제점을 보완하기 위한 금속 (Al)박막을 이용한 R2F Thermal Imprinting System 공정 (SKD-11 소재 몰드 : 100×100, Al박판)에서 상온 상태에서 압력을 컨트롤하여 성형압축에 따른 공정 실행 가능성과 성형성을 평가하였다.

실험 결과를 통하여 0.05mm의 Al금속박판을 패턴 성형할 때 압력 변수가 패턴 성형성과 패턴 균일도에 영향을 미친다는 것을 보여 주었다.

위와 같은 사실을 토대로 R2F(Roll-to-Flat) Thermal Imprinting System이 Al금속박판 패턴 성형 장비로서 적합하다는 결론을 얻을 수 있다.

### 후기

본 연구는 지식경제부주관 전략기술개발사업 “마이크로 금속소재 기능성 핵심 요소부품 초정밀 점진성형기술 개발”의 결과로 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고문헌

- (1)이재중, 최기봉, 최영휴, 안국진, “열경화방식 나노임프린팅 고정특성 및 요소설계” 한국정밀공학회 춘계학술대회는문집,pp673-674, 2006
- (2)Stephen Y. Chou and Peter R. Krauss "Imprint Lithography with sub-10nm Feature Size and High Throughput" Microelectronic Engineering, 35, 237-240, 1997
- (3)Lebib A, Y. Chen, J, Boumeix, F. Carcenac, E.Cambriel, L. Couraud and H. Launois, "Nanoimprint lithography for a large area pattern replication," Microelectronic Engineering, 46, 319-322, 1999
- (4)Shuhuai Lan., "Survey on Roller-type Nanoimprint Lithography(RNIL)Process" Journal of ICSMA,(2008), 371-376.