

레이저를 이용한 전도성 패턴 형성 방법

Conductive Pattern fabrication Method using Laser

*백병만¹, #이제훈¹, 신동식¹, 이건상²

*B. M. Paik¹, #J. H. Lee(jaholee@Kimm.re.kr)¹, D. S. Shin¹, K. S. Lee²

¹한국기계연구원 광응용생산기계연구실, ²국민대학교 기계시스템공학부

Key words : laser direct structuring, conductive pattern, fiber laser, electroless copper plating

1. 서론

전기·전자 산업의 발달로 PCB (printed circuit board) 의 중요성이 높아짐에 따라, 저렴하고 신뢰성이 높은 PCB 를 제조하기 위한 공정이 개발되고 있다. 그러나, 기존의 전통적인 subtractive 와 additive PCB 제조 공정은 에칭액 및 포토마스크 등을 사용함에 따라 환경, 제조기간 및 단가 등의 여러 가지 문제가 발생하고 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 레이저를 이용한 다양한 PCB 제조 방법이 연구되고 있다^[1].

레이저를 이용한 PCB 제조법 중 Laser Resist Imaging 방법은 기존 subtractive 방식과 유사한 방법으로, 레이저를 이용하여 불필요한 부분을 제거한다. 또한, Laser Direct Structuring (LDS) 방법은 기존 additive 방법과 유사하다. 이 방법은 사출 성형된 열경화성 폴리머에 레이저를 이용하여 직접 표면을 활성화시킨 후 무전해도금(electroless plating)으로 전도성 패턴을 형성하는 방법이다. LDS 는 laser resist imaging 공정과는 달리 반드시 필요한 부위에만 전도층을 형성하는 공정으로 높은 유연성, 친환경적, 공정 단계 및 재료의 절감 등의 많은 장점을 가지고 있다^[2].

본 논문에서는 레이저를 이용한 전도성 패턴 형성 방법 중 다양한 장점을 가지고 있는 LDS 를 소개하고, 레이저 공정변수가 전도성 패턴 형성에 미치는 영향을 분석하고 이를 활용할 수 있는 적용 사례를 제시하고자 한다.

2. Laser Direct Structuring (LDS)

LDS 는 레이저를 이용하여 직접 플라스틱 제품에 회로를 패터닝 함으로써 다양한 3 차원

형상의 회로 형성이 가능하고, 기존의 PCB 등을 생략할 수 있어 부품 수와 제품의 단가를 낮출 수 있는 장점을 가지고 있다. LDS 의 메카니즘은 다음과 같다. 사출성형된 폴리머에 입사된 레이저 에너지는 폴리머에 포함되어 있는 금속유기화합물 (metal-organic complex)을 광화학적 반응에 의해 화학결합을 분해시켜 금속원소를 레이저 패터닝된 부분에만 형성시킨다. 이러한 금속원소들은 무전해도금 시 도금 seed 역할을 한다. LDS 의 공정 순서는 Fig. 1 과 같이 ①금속유기화합물이 첨가된 열가소성 수지의 사출성형, ②제품 표면에 레이저를 조사 하여 원하는 회로기판의 활성화, ③무전해도금 등의 3 단계 과정을 통해 전도성 패턴을 생성시킨다^[3].

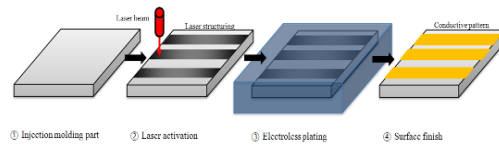


Fig. 1 Schematic illustration of LDS procedure

3. 실험방법 및 결과

본 연구에 사용된 레이저는 1064nm 파장을 가지는 Fiber 레이저를 사용하였으며, 스캐너(scanner)를 이용하여 고속으로 패턴을 생성하였으며, 전도성 패턴을 형성은 무전해도금을 이용하였다. 본 연구에 사용된 폴리머는 LDS 용으로 개발한 Pocan 7140 와 7102 를 사용하였다. Pocan 7140 는 PET/PBT 기반으로 glass fiber 와 filler 가 40% 첨가되어 있으며, 7102 는 PBT 기반으로 filler 가 25%가 첨가되어 있다.

실험은 먼저 도금 seed 생성을 위한 레이저 공정 변수 실험을 통하여 레이저 플루언스 (fluence: J/cm²)와 첨두출력 밀도 (peak power density: kW/cm²) 를 알아 보았다.

실험결과 Fig. 2 와 같이 Pocan 7140 에서는 0.509 J/cm² 2.54x10⁶ kW/cm² 에서, Pocan 7102 에서는 0.255 J/cm² 1.27X10⁶ kW/cm² 에서 도금 seed 가 생성 되었다. 이러한 이유는 Pocan 7140 (270-290℃)과 7102 (250-270℃)의 녹는점이 다르기 때문에, 녹는점이 높은 7140 에서는 7102 보다 높은 레이저 에너지를 주입해야만 도금 seed 가 되는 것으로 사료된다.

레이저 공정변수가 도금 seed 와 전도성 패턴 형성 관계에서는 Fig. 3 과 같이 ① 레이저 평균에너지(average power: W)가 동일 할 경우 패턴 선폭은 펄스폭(pulse duration; ns)이 작고

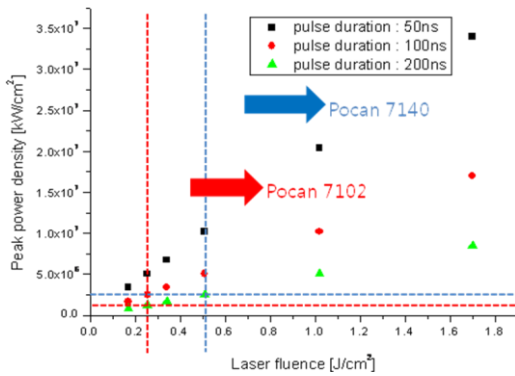


Fig. 2 Peak power density as a function of laser fluence; scan speed 1000mm/s

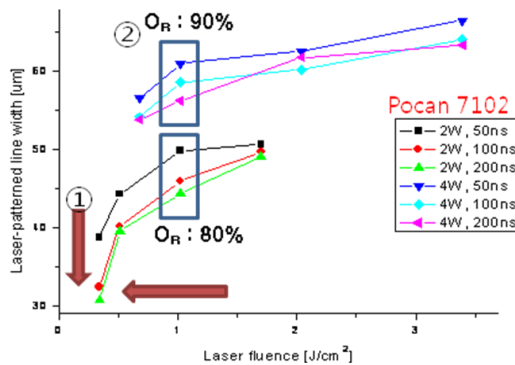


Fig. 3 Laser-patterned line width as a function of laser fluence; scan speed 1000mm/s

펄스 반복율 (repetition rate: kHz)이 높을 수록 감소하였으며, ②동일한 레이저 플루언스에서는 중첩율 (overlap rate; O_R, %)이 낮을수록 미세 선폭이 형성됨을 알 수 있었다.

Fig. 4 는 LDS 를 이용하여 자동차 사이드 램프 미러를 집적 제작한 것으로, 실제품 적용의 가능성을 보여 주고 있다.

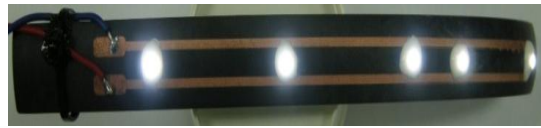


Fig. 4 New application of LDS

4. 결론

본 연구에서는 레이저를 이용한 전도성 패턴 형성 방법인 LDS 를 소개하였다. 또한 레이저 공정변수와 패턴형성과의 관계를 알아 보았으며, 새로운 적용사례를 통하여 LDS 공법의 적용 가능성을 알 수 있었다.

후기

지식경제부의 산업핵심기술 개발 사업인 “레이저를 이용한 고정밀 전극형성 패턴링 장비개발” 과제의 지원으로 작성되었음.

참고문헌

1. 최영규, “인쇄회로 설계와 배선 기술” 홍릉 과학출판사, 3-19, 2000
2. Paik, B. M., Lee, J. H., Shin, D. S., Lee, K. S., “A Study on Formation of Conductive Pattern on Polymer Using LDS,” Journal of KSLP, Vol.12, No. 4, pp. 6~11, 2009.
3. Huske, M., Kichelhain, J., Muller, J., and Eber, G., 2001, "Laser Supported Activation and Additive Metallization of Thermoplastic for 3D-MIDS," Proceeding of the 3rdLANE2001.