

## 레이저조사에 의한 굴곡면 폴리머소재의 전도성패턴 기술

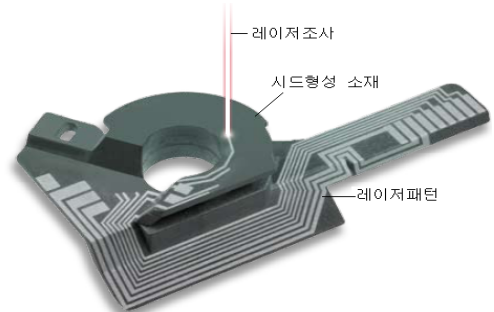
윤신용<sup>1</sup>, 최근수<sup>2</sup>, 백수현<sup>3</sup>, 김 용<sup>3</sup>, 장홍순<sup>4</sup>

(주)디지아이 기술연구소<sup>1</sup>, (주)딜리<sup>2</sup>, 동국대학교 전자전기공학부<sup>3</sup>, 산업기술대 에너지,전기공학과<sup>4</sup>

### Conductive Pattern of a Curved Surface Polymer Material by Laser Technique

Shin-Yong Yoon<sup>1</sup>, Geun-Soo Choi<sup>2</sup>, Soo-Hyun Baek<sup>3</sup>, Yong Kim<sup>3</sup>, Hong-Soon Chang<sup>4</sup>  
 Research Institute of DGI<sup>1</sup>, Dilli<sup>2</sup>, Dongguk University<sup>3</sup>, Korea Polytechnic University<sup>4</sup>

**Abstract** - 본 논문에서는 굴곡면 커버내에 전기회로를 구현시 그 동안 포토리소그라피 공정으로 제작된 PCB를 휴대기 등 내부 케이스에 부착하여 전기회로를 구현하였으나 본 논문에서는 PCB없이 직접 케이스인 복합 폴리머소재에 레이저조사에 의해 패턴과 무전해도금으로 전기회로를 직접구현하는 기술이다. 이러한 방법은 제안한 3단계 공정법에 의해 가능하며, 즉 사출형 복합폴리머소재제작, 소재의 레이저조사에 의한 시드패턴 구현 및 형성시드의 무전해도금에 의한 전도성패턴 구현 공정을 통하여 곡면커버의 전기회로구현이 가능하다. 이에 따라 기존의 복잡한 10 단계 이상의 포토리소그라피 공정을 레이저조사에 의한 3단계 공정으로 간소화함으로써 제품의 생산성향상, 다량장비 구입절감, 작업공간축소 및 기타 소재절감 등의 경제적 효과를 얻을 수 있다. 응용분야는 2차원 평면 전기회로 외에 3차원 곡면형상의 제품인 자동차, 휴대폰, 의료기, 센서, 오토바이 등의 커버에 직접회로 응용이 가능하다. 이에 대한 타당성은 실험결과를 통하여 입증하였다.



〈그림 2〉 레이저조사에 의한 패턴구현

그림 3은 그림 2에 설치된 레이저 발생기의 출력안정화 제어에 의해 레이저패턴 폭이 구현됨을 나타낸 것이다. 이때 제어기는 서보모터에 의한 PID제어를 적용하여 beam splitter에 반사되기 전 반사각(0-45°)을 조정하여 출력안정(±5%)범위 내에서 일정패턴을 구현할 수 있다.

## 1. 서 론

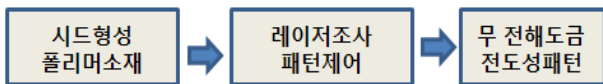
정보화 기술의 발달에 따라 미세 전기회로를 이용한 다양한응용제품의 확대로 PCB 의존도가 매우 증가되는 실정이다. 이에 따라 제품에 활용되는 전기회로의 삽입으로 제품크기 축소를 공간 확보 및 적합한 디자인에 한계가 있었다. 기존에는 PCB 패턴을 구현하기 위해 복잡한 리소그라피공정에 의해 패턴을 구현하였다. 또한 휴대폰 안테나의 경우 사출케이스에 동관패턴을 열 압착기술에 의해 케이스에 부착함으로써 많은 복잡공정이 요구되었으나 레이저패턴 조사제어기술을 이용함으로써 공정 간소화와 비용절감을 얻을 수 있다. 이러한 기술은 일부 선진국에서 제한적으로 진행 중이며 현재 초기상태로 본 연구에서는 이러한 기술개발을 통하여 경제적인 효과를 얻고자 한다.

이러한 레이저조사기술은 3차원 곡면 케이스 표면인 휴대폰 안테나 및 모터구동회로, 센서회로, 의료용 휴대기 등에 응용이 가능하다. 따라서 본 연구에서는 PCB 없이 곡면커버인 전도성시드를 지니고 있는 복합폴리머소재에 레이저조사를 하면 레이저에너지가 전도성물질 시드와 조사반응하며 이를 무전해도금액에 의해 담그면 레이저조사 패턴에는 전도성 회로패턴이 구현된다. 따라서 본 연구에서는 레이저출력의 안정된조사제어에 의해 적합한 전도성패턴을 구현하였으며 실험에 의해 이러한 타당성을 입증하였다.

## 2. 본 론

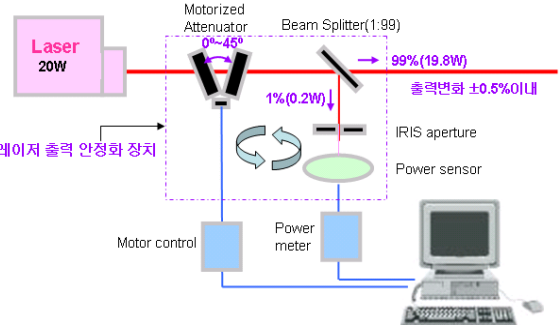
### 2.1 레이저조사 패턴구현 기법

그림 1은 레이저조사에 의한 3단계 샘플제작 공정을 나타낸 것이다.



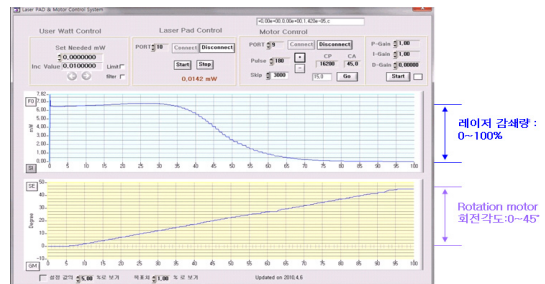
〈그림 1〉 곡면커버의 전도성패턴 구현 공정

시드형성 소재인 복합폴리머 소재에 레이저조사에 의한 원하는 패턴을 구현한 후 무전해도금 공정을 거쳐 샘플을 제작할 수 있다. 그림 2는 레이저 제어시스템에 의한 폴리머소재의 레이저조사 패턴 구현을 나타낸 것이다.



〈그림 3〉 레이저 출력안정화 제어구성도

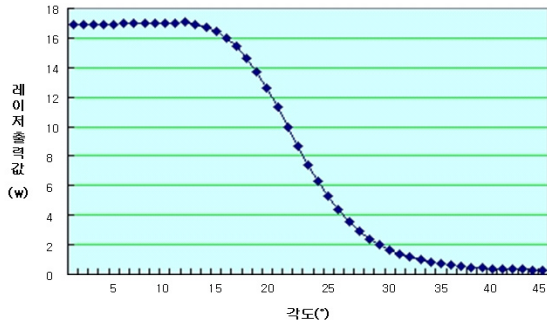
### 2.2 시험 분석결과



〈그림 4〉 레이저 출력안정화 특성결과

레이저 출력 안정화 장치에서 감쇄기 회전량에 따른 레이저출력 제어 특성을 분석하기 위해 레이저 출력안정화 장치 후면에 레이저파워 미터를 설치하여 0.5(180펄스)씩 안정화 장치의 펄스증감 버튼을 이용하여 0~45°까지 모터를 회전시키면서 실제 레이저출력 변화량을 100초간 모니터링 결과는 그림 4와 같다.

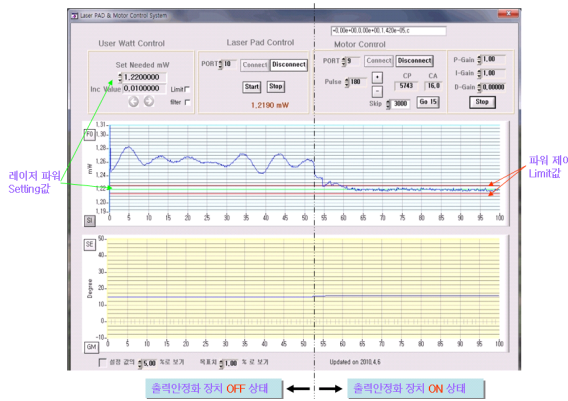
그림 5는 그림 4의 레이저 출력 안정화 장치에서 출력값과 각도의 관계를 나타낸 결과이다.



〈그림 5〉 레이저 출력안정화 실험결과

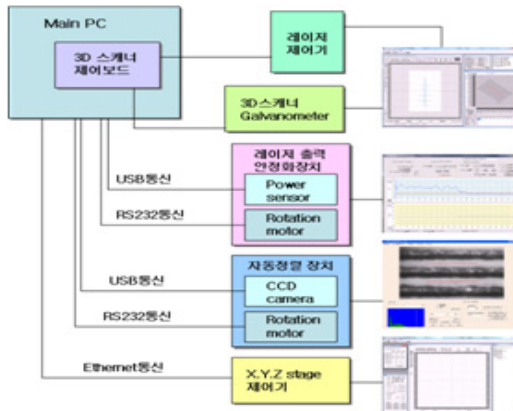
그림 6은 레이저발생기 모니터링 센서값이 1.23mW에서 1.29mW까지 변화량 즉 3.25% 변화 값을 레이저 안정영역 값 1.22mW로 설정하여 레이저 출력 값을 변화시킬 수 있는지를 확인하였고 레이저출력 안정화 제어가 ±1%범위 내에서 제어가 가능함을 알 수 있었다.

제어 프로그램에서는 실시간 레이저파워 모니터링 센서 값과 회전모터의 원점에서 주어지는 실제 펄스 값과 환산된 실제 각도를 실시간으로 측정하였다.



〈그림 6〉 레이저 출력제어 전, 후의 특성

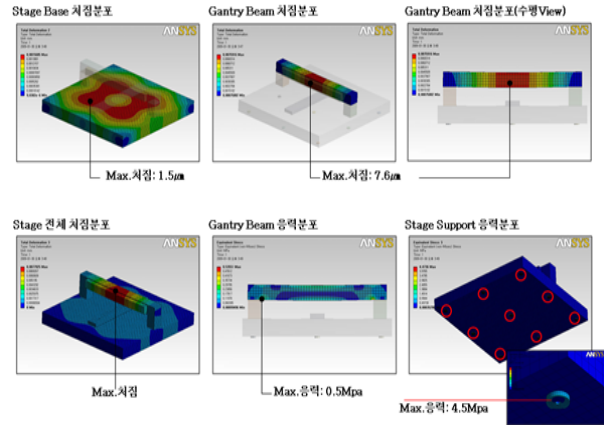
상기 그래프에서 알 수 있듯이 레이저파워 설정 값이 1.22mW이므로 그래프의 100초당 출력 값은 1.219mW로 측정되었으며 감쇄기 각도는 16° 일 때를 보여주고 있고 출력제어가 ±1% 이내로 제어가 가능함을 알 수 있다.



〈그림 7〉 전체 통합운영 제어시스템 체계도

그림 7은 레이저조사를 위한 전체 통합운영 제어시스템의 체계 블록 선도를 나타낸 것이다. 여기서 PC에 의한 3차원 형상물을 CAD 파일로 패턴을 도안하며 이때 정확한 샘플은 스테이지제어와 자동얼라인에 의해 샘플기준으로부터 레이저조사제어가 가능하도록 구현하였다.

그림 8은 레이저조사를 위한 정밀스테이지 모델과 FEM 해석 결과를 나타낸 것이다. 이로부터 응력에 의한 처짐과 진동이 억제될 수 있도록 설계되었으며 AC서보제어에 의한 3축 리니어 모터 모션제어를 구현하도록 제작하였다.



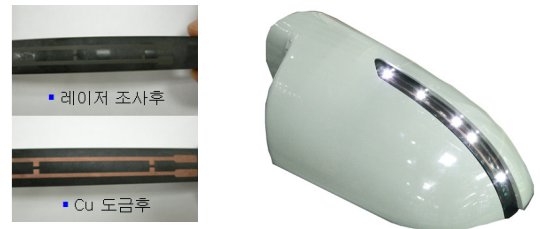
〈그림 8〉 제작 스테이지의 FEM 해석결과

그림 9는 제작한 RFID 곡면케이스의 레이저빔의 조사제어 따른 패턴 균일도와 무전해도금후 전도성패턴결과를 나타낸 것이다. 이때 레이저 패턴 폭은 30um이며 선저항은 1Ω이하를 측정하였다.



〈그림 9〉 레이저조사제어에 따른 RFID 전도성패턴 특성샘플

그림 10은 레이저패턴기술을 적용한 자동차사이드미러의 LED 점등용 전도성패턴 제작샘플을 나타낸 것이다.



〈그림 10〉 자동차 사이드미러의 LED점등용 전도성패턴샘플

### 3. 결 론

본 논문에서는 레이저조사기술에 의해 기존 PCB에 의존한 전도성패턴 대신에 직접 곡면케이스에 전도성패턴을 구현하였다. 제시한 간소화된 3단계 공정기술에 의해 제작샘플의 적합한 패턴특성 시험결과를 확인할 수 있었다.

이를 위하여 복합폴리머소재에 레이저안정 조사제어로 시드형성용 미세패턴을 구현 후 무 전해도금에 의한 패턴확인결과 적합한 전도성패턴을 얻을 수 있었다.

### [참 고 문 헌]

[1] M.Huske, J.Kickelhain, J.Muller, and G.ber, "Laser Supported Activation and Additive Metallization of Thermoplastics for 3D-MIDS, Proceedings of 3rd LANE 2001, August 28-31, Erlangen, Germany 2001.

[2] O. A. Mohammed, D. A. Lowther, M.Lean, and B. Alhalabi, "On the Creation of a Generalized Design Optimization Environment for Electromagnetic Devices," *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol.37, No.5, pp.3562-3565, September 2001.

본 논문은 지경부 산업핵심기술과제에 의해 수행된 연구결과를 일입니다.