

자외선 펄스 레이저를 이용한 다층기판 가공특성에 관한 연구 Study of Laser Cutting of Multilayer FPCB by using UV pulse laser

*#박형찬^{1,2}, 류광현¹, 신석훈¹, 남기중¹, 권남익²

*#H. C. Park(parkhc@jettech.co.kr)^{1,2}, K. H. Ryu¹, S. H. Shin¹, G. J. Nam¹, N. I. Kwon²

¹ (주)젯텍, ² 한국의국어대학교 물리학과

Key words : UV laser, Multilayer, Laser cutting, FPCB

1. 서론

인쇄회로기판(Printed Circuit Board)은 전자부품산업의 급속한 발전에 따른 제품의 소형화, 고밀도화, 굴곡성 있는 디자인으로의 변화에 대응하여 소형화와 고밀도화가 가능하며 반복적인 굴곡에 높은 내구성을 갖는 연성인쇄회로기판(Flexible Printed Circuit Board)의 사용이 증가하고 있다. 또한 연성인쇄회로기판은 단/양면에서 다층 FPCB 로, 최근에는 다층 Rigid-Flexible(R-FPCB)로 기술이 발전하고 있다.^[1]

이러한 FPCB 제품은 낮은 기계적 강도와 구조적 복잡성으로 인해 기존의 CNC 또는 금형을 이용한 라우팅 공정에서 문제점을 야기하고 있다. 특히 제품의 다양성으로 인한 금형/목형의 설계비용이 증가되며, FPCB 의 얇고 낮은 기계적 강도로 인한 칩핑(chipping), 크랙(crack)의 발생으로 제품의 불량률을 높이는 원인이 되고 있다. 이에 기존의 기계적 절단기술의 문제점을 극복하고 가공 정밀도를 향상시킬 수 있는 라우팅 공정기술의 개발이 필요하다.

레이저를 이용한 재료가공은 재료에서의 광 흡수작용에 의해 일어나며, 광 흡수에 의한 가공 깊이는 단위 면적당 에너지 밀도와 펄스 수에 의해 결정되어 수 μm 급 이하로 제어하여 미세가공을 할 수 있다. 이와 같은 레이저의 특성을 이용하면 기존의 기계적 절단기술의 문제점을 유연하게 대처할 수 있기 때문에 레이저를 이용한 공정기술을 연구하였다.^[2]

본 연구에서는 파장이 짧은 자외선 펄스 레이저를 이용하여 다층기판에 대한 공정 기초 실험을 통해 다층기판의 최적의 가공 조건과 가공 특성에 대해 알아보려고 한다.

2. 시스템 및 실험조건

실험에 사용된 레이저는 자외선 펄스 레이저로 최대 출력이 20W 이고, 파장은 355nm 이며 펄스 반복률은 250kHz 까지 조절 가능하다. 가공은 스캐너를 이용하여 레이저 빔의 위치와 속도를 제어한다. F-theta lens 를 이용하여 가공 영역 내에 beam spot size 를 20 μm 로 일정하게 구현하였고, 레이저의 출력 변화는 빔감쇠기를 통하여 광 투과량을 조절하여 제어하였다.

그림 1 은 실험에 사용된 시스템과 레이저 빔의 경로를 나타낸 도식도이다.

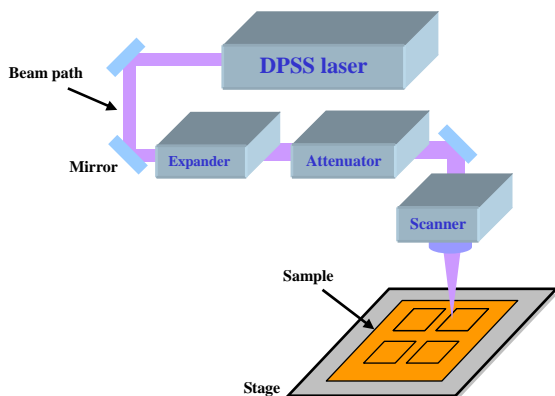


Fig. 1 System set up

본 연구에서 사용된 다층기판은 두께가 0.134mm 이며, FCCL 을 기준으로 Coverlay 가 양면으로 있는 2 Layer 의 구조를 가지고 있으며, 각 구조 및 사양은 아래 그림 2 와 표 1 에 나타내었다.

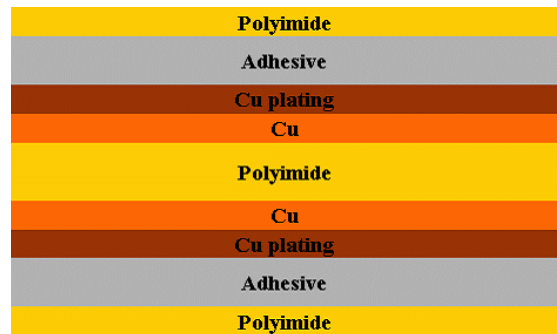


Fig. 2 Structure of 2 layer FPCB

Table. 1 Specification of 2 layer FPCB

Type	Structure	Thickness(μm)
Coverlay	Polyimide	12.5
	Adhesive	20
	Cu Plating	10
FCCL	Cu	12
	Polyimide	25
	Cu	12
Coverlay	Cu Plating	10
	Adhesive	20
	Polyimide	12.5
Total		134

3. 결과

다층기판의 full cut 이 되는 조건을 찾기 위하여 실험을 진행하였다. 실험조건은 다층기판에 30x30mm 의 사각형 형상을 가공하였으며, 가공속도는 90mm/s 로 고정한 뒤, 출력 8W 에서 중첩률을 변화시키며 실험을 진행하였다.^[3] 그 결과 그림 3 에 나타낸 것처럼 중첩률이 증가할수록 가공 폭과 오염 폭이 상승하였으며, 90% 미만에서는 완전히 가공이 되지 않았다. 그리고 중첩률 60% 이상에서 오염 폭이 급격하게 상승하는 것을 확인할 수 있는데, 이는 중첩률이 증가하면서 레이저의 단위 면적당 에너지 밀도가 증가했기 때문에 열적 변형에 의해 오염 폭이 크게 확산된 것으로 판단된다.

그림 4 는 오염 폭이 급격하게 상승하는 중첩률 60% 이상인 지점에서의 가공 단면들이다. 중첩률 60%, 80% 지점에서 가공 깊이가 각각 49 μm , 60 μm 로 측정이 되었으며, 중첩률 90%에서는 full cut 이 되는 것을 확인하였다.

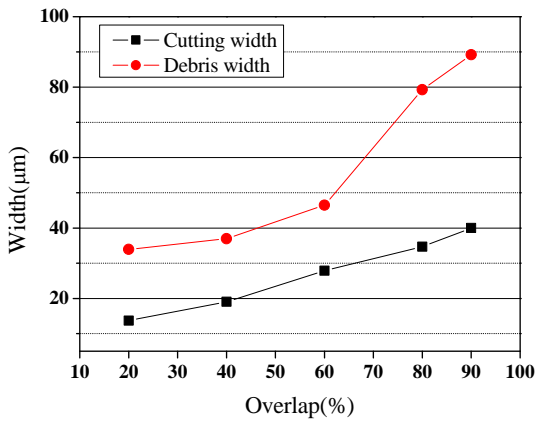


Fig. 3 cutting and debris width with respect to overlap of laser; laser power 8W, overlap 20~90%

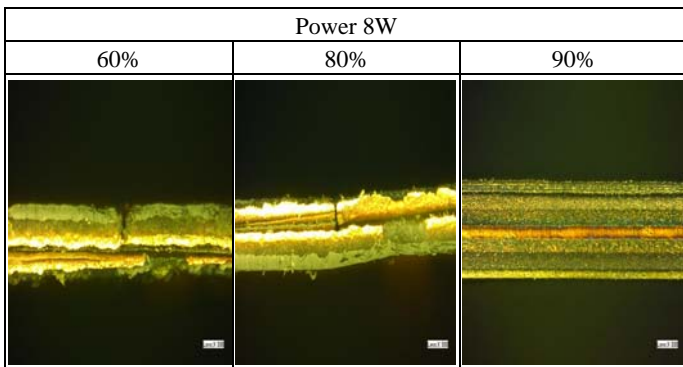


Fig. 4 Microscope images of cross section of FPCB about overlap

선행 실험에서 나온 결과를 토대로 full cut 이 되는 조건인 출력 8W, 중첩률 90%에서 중첩률은 90%로 고정시킨 뒤, 2 ~ 14W 출력 범위에서 출력에 따른 다층기판의 가공특성을 확인하였다.

그림 5 는 각각의 출력에서 다층기판의 가공 폭과 가공 깊이를 측정 한 그래프이다. 출력이 증가함에 따라 가공 깊이와 가공 폭이 증가하였으며, 8W 이상에서는 완전히 full cut 이 되었다. Full cut 이 되기 시작한 8W 에서의 가공 폭은 약 40 μm이고 8W 이후부터는 가공 폭이 상승한 뒤, 10W 이상에서는 가공 폭이 큰 변화가 없는 것을 확인하였다.

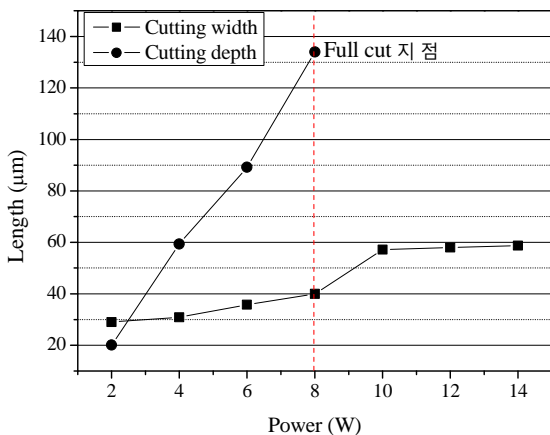


Fig. 5 The graph of cutting width and depth about laser power

그림 6 은 full cut 이 된 시료의 단면 사진이다. 8W 이후부터는 가운데 PI 층을 기준으로 위 층이 열적 변형으로 인해 물성이 변한 것을 확인할 수 있으며, 이는 가공표면이 높은 출력에 의한 열 변형 때문에 가공 폭이 상승함을 알 수 있다.

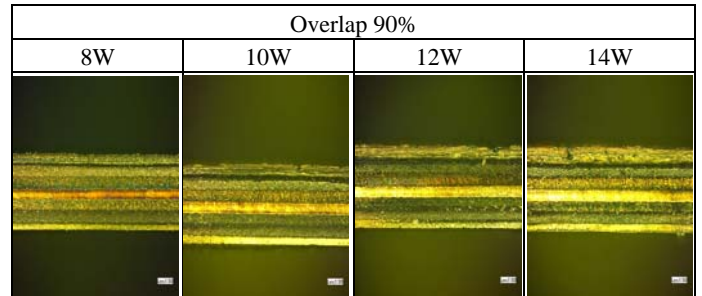


Fig. 6 Microscope images of cross section of FPCB after full cut about laser power; overlap 90%, laser power 8~14W

4. 결론

다층기판의 가공 실험으로써 자외선 펄스 레이저를 이용한 두께 0.134mm 의 2 Layer FPCB 를 가공하였다. 중첩률 90%에서 레이저 출력이 8W 이상일 경우 full cut 이 됨을 알 수 있었다. Full cut 이 되기 시작하는 조건 이상의 에너지로 가공할 경우 가공 폭은 변화가 없지만 오염 폭이 크게 상승함을 알 수 있었다. 그렇기 때문에 필요 이상의 에너지가 들어가지 않도록 최적의 공정 조건을 찾는 것이 중요하다.

현재 실험결과를 바탕으로 향후 2 Layer 이상의 다층 FPCB 기판에 대한 출력과 중첩률 변화에 따른 가공특성에 관한 연구를 수행할 것이다.

후기

본 연구는 지식경제부 차세대 초정밀/초고속 레이저 복합/유연 가공 기술 개발 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Bae, H. S., Ryu, K. H. and Nam, G. J., "Study of Laser Machining Properties about Raw Material FPCB," Proc. Of KSPE Spring Conference, pp. 379-380, 2008.
2. Chang, W. S., Kim, J. G., Yoon, K. K., Shin, B. S., Choi, D. S. and Whang, K. H., "A Study on UV Laser Ablation for Micromachining of PCB Type Substrate," Proc. Of KSPE Fall Conference, pp. 887-890, 2001.
3. 지식경제부, "Roll-to-Roll 기반 레이저 응용 FPCB 미세 절단 시스템 개발," 최종보고서, 2009.
4. Bae, H. S., Choi, J. H., Ryu, K. H. and Nam, G. J., "Study of Machining Properties about FPCB with using UV DPSS Laser," Proc. Of KSPE Spring Conference, pp. 417-418, 2009.