

# 디지털 스캐너를 이용한 초정밀 레이저 가공 연구

## Advanced Laser Microfabrication using Digital Scanner

\*구형석<sup>1</sup>, #김광열<sup>1</sup>, 최병덕<sup>1</sup>, 이훈기<sup>1</sup>, 박현애<sup>1</sup>, 박홍진<sup>2</sup>, 강경국<sup>2</sup>

\*H. S. Kuh<sup>1</sup>, #K. R. Kim(drkkim@skku.edu)<sup>1</sup>, B. D. Choi<sup>1</sup>, J. K. Lee<sup>1</sup>, H. A. Park<sup>1</sup>, H. J. Park<sup>2</sup>, K. G. Kang<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>성균관대학교, <sup>2</sup>(주)LTS

Key words : FPCB, Via Hole Drilling, Digital Scanner, Position Accuracy

### 1. 서론

모바일 기기나 태블릿 PC 등 가전제품이 널리 보급됨에 따라 FPCB(Flexible-Printed Circuit Board)의 적용 범위가 확대되어 수요 역시 지속적으로 늘고 있다. FPCB 공정이 초고밀도, 초미세화 되어 감에 따라 레이저 공정에 초점이 맞춰지고 있다.<sup>3)</sup> 레이저에 사용되는 스캐너에는 아날로그 제어 방식과 디지털 제어 방식이 있다.<sup>5)</sup> 아날로그 방식은 신호 변환 과정이 적기 때문에 가공 처리 속도가 빠르고 반면에 디지털 방식은 피드백 제어에 의하여 오차를 실시간으로 수정하기 때문에 정밀도가 우수하다고 알려져 있다. 이러한 특성 때문에 정밀도가 요구되는 FPCB 생산 라인에 디지털 스캐너의 활용 확대가 예상되고 있다. 본 논문에서는 각각의 스캐너를 이용하여 가공을 하고 데이터를 추출하여 비교 분석해보는 실험을 진행하였다.

### 2. 스캐너 비교 실험

주요 실험 내용으로는 장시간 반복 가공을 하였을 때 초기 위치를 벗어나지 않고 정확한 가공을 수행할 수 있는지 위치정밀도 위주의 실험을 하였다. 홀 가공과 라인 가공의 두 가지 패턴을 이용하여 단시간 가공과 장시간 가공으로 나누어 실험을 하였다. 디지털 스캐너로는 Digital Galvano Scanner, GM Series, 아날로그 스캐너로는 Scanlab 과 GSI사의 제품을 사용하였다.



Fig. 1 Digital Scanner and control board

Table 1 은 실험에 쓰인 레이저의 상세 정보이며 Table 2 는 스캐너에 적용한 동작 속도이다.

Table 1 Specification of Laser

IPG Ytterbium Fiber Laser	
Model	YLP-C-1-100-20-20
DC Power SupplyV	24V
Average output power	20W
Peak power	< 100kW
Frequency	< 1000kHz
Wavelength	1055~1075nm

Table 2 Scanner Parameter

Jump	100μs	Laser on	50us
Mark	150μs	Laser off	300us
Poly	50μs	Speed	1,000mm/s

홀 가공 측정을 위하여 7×7의 패턴을 구성하여 무작위로 점을 선정하여 직경을 측정하였고 라인 가공으로는 3×3의 정사각형 중심에 십자모양의 가공을 하여 교차 지점에서의 선폭을 측정하였다.

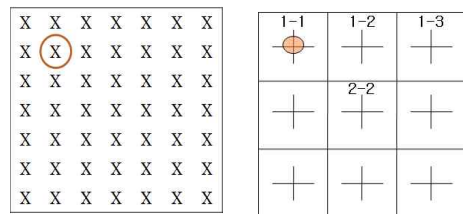


Fig. 2 Hole pattern and Line pattern

### 3. 결과 및 고찰

가공된 홀의 직경 측정 결과 1번 가공 했을 때와 10,000번 가공을 했을 때 두 스캐너에서 결과 값의 차이를 보였다. Fig3 사진은 홀 가공 10,000회 가공 후의 모습이다. 왼쪽이 디지털 스캐너, 오른쪽이 아날로그 스캐너로 가공한 홀의 모습이다.



Fig. 3 After hole process 10,000 times

Table 3 Measured Hole data(unit:  $\mu\text{m}$ )

repeat	Digital	Analog1
1	144	196
1,000	160	256
10,000	177	276

디지털 스캐너는 1회 가공 후 144 $\mu\text{m}$ 에서 10,000회 가공 후 177 $\mu\text{m}$ 로 약 33 $\mu\text{m}$ 의 오차를 보인 반면 아날로그 스캐너는 1회 가공 후 196 $\mu\text{m}$ 에서 10,000회 가공 후 276 $\mu\text{m}$ 로 80 $\mu\text{m}$ 의 오차를 보였다.

라인 가공에서 차이는 더욱 현저하게 드러났다. Fig. 4의 왼쪽 사진은 디지털 스캐너, 오른쪽은 아날로그 스캐너로 가공한 교차 지점이다.

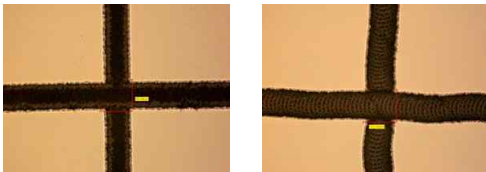


Fig. 4 After line process 10,000 times

Table 4 Measured Line data(unit:  $\mu\text{m}$ )

repeat	Digital	Analog1	Analog2
1	99.84	118.43	102.60
3,000	140.47	201.06	172.83
10,000	145.29	225.85	216.90

라인 가공의 경우에는 아날로그 스캐너가 1회 가공 102 $\mu\text{m}$ 에서 10,000회 가공 216 $\mu\text{m}$ 로 110 $\mu\text{m}$ 의 오차가 생겼으나 디지털 스캐너에서는 1회 100 $\mu\text{m}$ 에서 10,000회 145 $\mu\text{m}$ 로 45 $\mu\text{m}$ 의 오차를 보였다. 다음은 결과 값을 그래프로 그린 것이다.

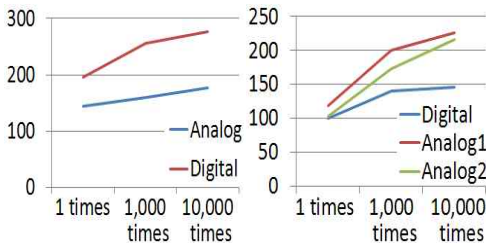


Fig. 5 processing result

홀 가공과 라인 가공에서 결과 각각의 스캐너에서 가공 폭의 변화뿐만 아니라 선의 모양에서도 차이를 보였다. 디지털 스캐너는 선이 모두 일직선으로 곧게 가공이 되었으나 아날로그 스캐너로 가공한 부분은 한 필드 내에서 가장자리에 위치한 외부로 갈수록 선에 굴곡이 생기는 점을 육안으로도 확인 가능하였다.

#### 4. 결론

실험 결과 디지털 스캐너는 아날로그 스캐너에 비하여 홀 가공 시 약 47 $\mu\text{m}$ 의 오차 감소, 라인 가공 시 약 55 $\mu\text{m}$ 의 오차 감소를 보이면서 훨씬 안정적인 동작을 하는 것을 확인할 수 있었다. 추가적인 실험으로는 수행 속도 비교를 위하여 실제 가공에 적용되는 드릴링 테이퍼를 가지고 보다 넓은 사이즈의 기판에서 각 스캐너의 가공 속도 테스트를 할 예정이다. 현재 넓은 면적의 가공에서 스캐너 헤드의 이동을 최소화하여 가공 속도를 높이는 알고리즘을 연구 중에 있으며 이는 디지털 스캐너와 결합하여 높은 성능을 낼 것으로 기대된다.

#### 후기

본 연구는 지식경제부 지원, 산업원천기술개발사업에 의하여 수행된 과제임(100133701).

#### 참고문헌

1. Gan E.K.W., Zheng H.Y., Lim G.C., "Laser Drilling of Micro-Vias in PCB Substrates," Electronics Packaging Technology Conference(ECTC), 321-326, 2000.
2. Dunskey C., "High-speed microvia formation with UV solid-state lasers", Proceedings of the IEEE, **90**, 1670 - 1680, 2002.
3. Zhang F., Duan, J., Zeng, X., Li, X. "355nm DPSS UV laser micro-processing for the semiconductor and electronics industry", Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, **7584**, 2010.
4. Zheng H., Gan E., Lim G.C., "Investigation of laser via formation technology for the manufacturing of high density substrates", Optics and Lasers in Engineering, **36**, 355-371, 2001.
5. Zhang Q., Zhang R., "The research of laser marking control technology", Proceedings of SPIE, **7515**, 2009.