

# 플라스틱 광섬유를 이용한 측면 발광형 디스플레이 구현

## Demonstration of side luminescence POF-based display

신용진, 박소희, 김영섭, 최은서, 김태훈, 최영희

조선대학교 자연과학대학 레이저 이미징 연구실

yjshin@chosun.ac.kr

플라스틱 광섬유(POF)는 광섬유 자체에 간단한 조작을 통해서 광의 일부를 선택적으로 외부로 인출할 수 있다<sup>(1)</sup>. 이러한 장점을 이용하여 단순한 경관조명 이외에 표시장치 또는 백라이트 장치를 포함하는 조명장치를 구성하는 연구가 활발하다. 이러한 POF를 이용한 조명장치는 광섬유의 클래딩에 인위적으로 홈 또는 면을 형성하거나 특정 모양을 새겨서 광의 손실을 유도하는 것이다. 하지만 정밀한 가공공정의 제어가 없이는 광섬유 길이 방향에 따라 인출되는 광의 휘도가 불균일하게 되므로 효과적인 디스플레이 역할을 구현하거나 원하는 이미지를 정확하고 세밀하게 나타낼 수 없는 문제점을 가지게 된다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하고자 CO<sub>2</sub> 레이저와 광섬유 측면의 식각 조건에 대한 제어가 가능한 프로그램을 이용하여 정밀한 가공을 수행하였다<sup>(2)</sup>. 이러한 시스템을 활용하여 광섬유에서 클래딩의 특정부위만을 보다 정밀하게 가공함으로써 향상된 균일한 휘도를 갖는 발광체를 구현할 수 있었으며, 광섬유 측면 가공 과정에서 식각 깊이를 원활히 조절하여 광섬유 길이방향으로 광 인출의 분포를 조절 할 수 있었다.

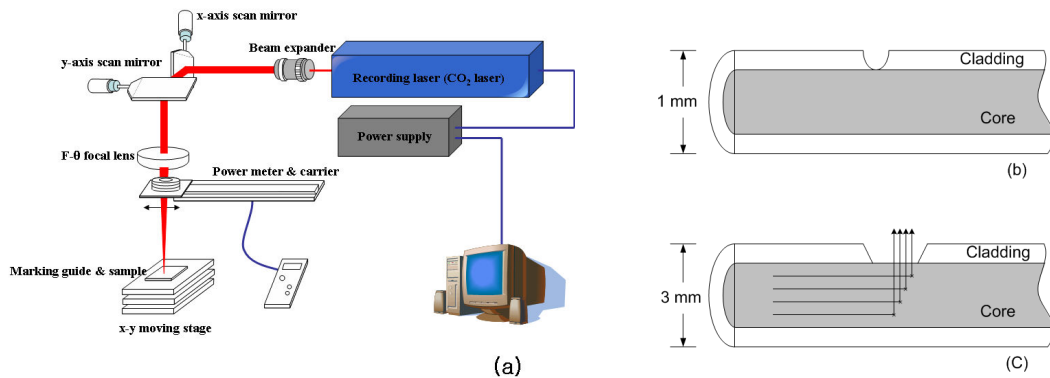


그림 1. CO<sub>2</sub> 레이저와 정밀 가공 프로그램을 이용한 POF 측면 가공 시스템의 구성도와 가공 단면 확대도; (a) 시스템 개략도, (b) 클래딩이 식각된 POF 측면도, (c) 코어에 산란 패턴이 형성된 POF 측면도.

그림 1(a)는 실험에 사용된 시스템에 대한 개략도이다. 광원으로는 CO<sub>2</sub> 레이저를 이용하였으며 프로그램으로 제어되는 두 개의 스캐너가 레이저 식각되는 위치와 조건을 조절하게 된다. 프로그램을 통해서 설계된 식각 조건은 일차원뿐만 아니라 2차원의 이미지도 구현이 가능하다. 본 실험에서는 형상과 크기를 조절하여 2차원 이미지를 설계하였고 이를 식각 레이저 시스템에 이미지 데이터를 로딩 함으로써 동일한 이미지를 광섬유 측면에 가공 할 수 있도록 시스템이 구성되어 있다<sup>(3)</sup>. 보다 선명한 이미지 구현을 위해서 본 실험에서는 그림 1(b)와 같이 외경이 1mm 내외인 일반적인 POF를 선풍 100 $\mu$ m ~

500 $\mu\text{m}$ 로 가공하고, 그림 1(c)와 같이 외경이 3mm 이상인 POF는 선폭 1,000 $\mu\text{m}$  ~ 2,000 $\mu\text{m}$ 으로 클래딩을 가공한 후 코어에 산란 패턴을 형성하였다. 그림2는 직경이 1mm인 POF들을 어레이 형태로 배열한 것으로 가공 전후의 표면의 모양과 LED 광원을 광섬유에 입사하였을 때의 발광 모습을 보여주고 있다. 광섬유 측면에 세밀한 이미지를 가공한 것을 확인 할 수 있으며 광을 입사함으로써 이미지가 광섬유 측면을 통해서 선명하게 나타남을 확인 할 수 있다. 따라서 POF 측면의 클래딩 부분을 가공함으로써 광섬유 어레이를 구현한다면 보다 넓은 면적의 디스플레이도 가능할 것으로 예상된다. 레이저 가공 조건을 보다 최적화하고 식각의 깊이 및 모양 등 식각 조건을 보다 정밀하게 조절한다면 전체적으로 균일한 밝기를 갖는 향상된 POF를 이용한 디스플레이가 가능할 것으로 예상된다.

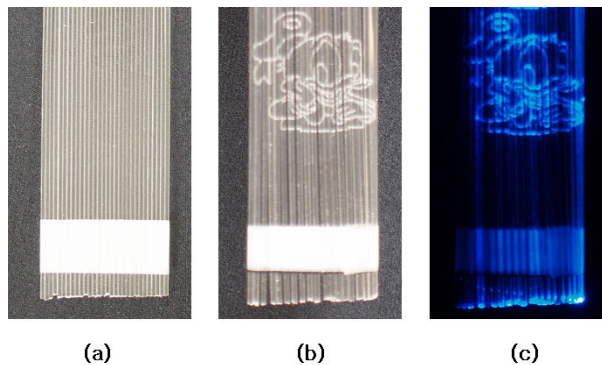


그림 2. 레이저 마킹 기법에 의한 POF에 구현한 측면 발광형 디스플레이; (a) 가공전 POF 어레이, (b) 측면 식각된 POF 어레이, (c) 식각된 POF 어레이에서의 측면 발광

본 연구에서는 원하는 이미지를 원하는 크기 및 형상으로 설계한 후 설계된 이미지 그대로 다수의 POF를 일렬로 정렬한 후에 레이저 가공하여 광섬유의 클래딩을 손상시킴으로써 발광 시 균일한 휘도로 발광되어짐과 아울러 단순한 광의 출력이 아닌 설계된 이미지 그대로 디스플레이 할 수 있으며, 원하는 색상으로 광을 입사시켜 다양한 색상을 가지는 디스플레이의 구현이 가능하다. 또한, 레이저 가공법을 통해 비접촉식으로 빛을 조사함으로써 균일한 선폭으로 원하는 부분만을 가공할 수 있어 복잡한 형상의 이미지를 보다 선명하게 구현할 수 있으며, 레이저 가공 선폭 및 깊이에 따라 인출되는 빛을 조절할 수 있어서 레이저 가공된 광섬유를 서로 밀착되게 일렬로 정렬된 판상으로 형성시키거나 단면이 원형으로 형성된 샹델리아 등 다양한 이미지 구현을 기대할 수 있다.

#### 참고문헌

1. Jaquet, Patrick J, "Plastic optical fiber applications for lighting of airports and buildings", Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering, 1592, 165-172 (1991)
2. Yongjin Shin, Hyunjin Kim, Youngseop Kim, Sohee Park, Woonggyu Jung, Zhongping Chen, and J. Stuart Nelson, " Investigation of Pit Formation in Laser-Irradiated Multilayer Thin Film by Using Optical Coherence Tomography", JKPS, 48, L184-L187
3. 김태훈, 박소희, 김영섭, 최은서, 신용진 "백라이트 도광판 패턴의 레이저 가공에 관한 연구", 66-67 (2006)