

펨토초 레이저를 이용한 필름 미세 홈 가공 기술

Femtosecond laser microperforated film for modified atmosphere packaging

손익부*, 노영철*, 최성철*, 고도경*, 이종민*, 최영진**

광주과학기술원 고등광기술연구소, *대룡포장산업

ibson@gist.ac.kr

유기농 식품에 대한 관심과 더불어 웰빙과 환경친화적인 사회 환경변화에 따라 일반 합성수지 필름에 미세한 기능성 구멍이나 홈을 이용한 공기 투과 필름은 식품의 저장수명을 보다 더 연장하기 위한 기능성 식품 포장재의 사용이 늘어갈 것으로 전망된다. 포장 필름에 대한 시장은 점점 다양한 기술이 등장하고 있으며, 특히 식품포장 필름에 대해서는 신선도 유지를 배려한 것을 기본으로 유기농 식품과 같은 다양한 소비자의 요구에 맞춰 공기 투과 필름과 같은 새로운 기능성 제품이 등장하고 있다 [1-4]. 공기 투과 필름은 공기 또는 기체 등은 투과할 수 있지만, 액체는 투과할 수 없는 플라스틱 필름을 말한다. 부패하기 쉬운 내용물을 담고 있는 포장용기 내의 발생 가스를 배출시키면서 포장용기 내의 수분은 외부로 증발되는 것을 막아 줄 수 있도록 식품 포장용 필름에 공기 투과용 미세 기공을 형성함으로써 부패되기 쉬운 과일이나 음식물의 신선도 유지할 수 있다.

펨토초 펄스 레이저를 가공분야에 이용하게 되면, 빛의 흡수에 의하여 발생한 열이 주변으로 전달되기 전에 가공이 끝나게 되어 가공부의 주변에 어떠한 손상이나 구조변화를 일으키지 않는 장점이 있다. 펨토초 가공은 일반적인 다른 가공과 달리 매질을 녹이는 것이 아니고 매질의 화학적 결합을 끊어 내어 날려버리기 때문에 일반적인 가공에서 나타나는 열에 의한 매질의 변형이 발생하지 않는다. 또한, 펄스폭이 극도로 짧은 반면 침투출력은 아주 높기 때문에 매우 높은 광세기는 물질 내에 다광자 흡수가 가능하게 하여 가공의 정밀성을 높일 뿐만 아니라 투명한 물질의 가공도 가능하게 한다. 이러한 특성덕분에 펨토초 레이저를 이용하여 매우 많은 종류의 물질을 가공할 수 있다 [5].

고등광기술연구소에서 보유하고 있는 펨토초 레이저의 사양은 파장이 785.5 nm, 펄스폭이 184 fs, 펄스 반복률이 1kHz, 그리고 펄스 에너지는 1 mJ이다. 그리고 정밀 가공에 적합한 스테이지 가공 시스템

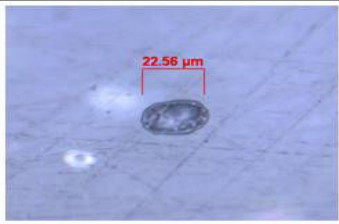
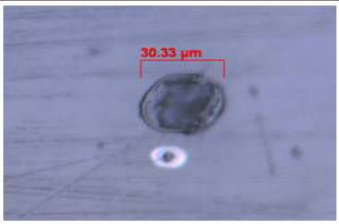

			
Material	Polypropylene (30 μm thickness)	Polypropylene (30 μm thickness)	Polypropylene (30 μm thickness)
Pulse energy	27 μJ	91 μJ	160 μJ
Telecentric lens	f=100 mm	f=100 mm	f=100 mm
Pulses	1 (single-shot)	1 (single-shot)	1 (single-shot)
Scan speed	4 mm/s	4 mm/s	4 mm/s

그림 1. 펨토초 레이저 스캐너 가공 시스템에 의해서 제작된 마이크로 천공 현미경 측정 사진. 펄스 에너지는 (a) 27 uJ (b) 91 uJ 와 (c) 160 uJ 이며, 필름 두께는 0.03 mm이다.

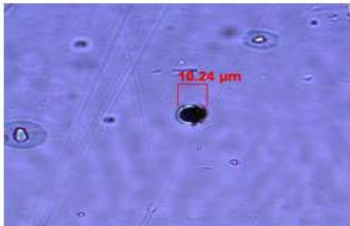
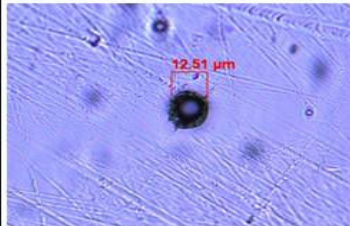

			
Material	Polypropylene (30 μm thickness)	Polypropylene (30 μm thickness)	Polypropylene (30 μm thickness)
Pulse energy	2.62 μJ	6.67 μJ	12.9 μJ
Pulses	10 (multi-shot)	10 (multi-shot)	10 (multi-shot)
Objective lens	10x (NA=0.28, f=20 mm)	10x (NA=0.28, f=20 mm)	10x (NA=0.28, f=20 mm)
Scan speed	1 mm/s	1 mm/s	1 mm/s

그림 2. 펨토초 레이저 스테이지 가공 시스템에 의해서 제작된 마이크로 천공 현미경 측정 사진. 펄스 에너지는 (a) 2.62 uJ (b) 6.67 uJ 와 (c) 12.9 uJ 이며, 필름 두께는 0.03 mm이다.

과 고속 가공에 유리한 스캐너 가공 시스템을 모두 갖추고 있다. 그림 1은 펨토초 레이저 스캐너 가공 시스템에 의해서 제작된 펄스 에너지에 따른 마이크로 천공 현미경 측정 사진이다. 실험에 사용된 펄스 에너지는 27 uJ, 91 uJ와 160 uJ 이며 필름 두께는 0.03 mm이다. 그림 2는 펨토초 레이저 스테이지 가공 시스템에 의해서 제작된 펄스 에너지에 따른 필름 홈 현미경 측정 사진이다. 각각의 필름 홈 가공에 10개의 펄스가 조사되었으며 펄스 에너지는 2.62 uJ, 6.67 uJ와 12.9 uJ 이며 필름 두께는 0.03 mm이다. 이와 같이 펨토초 레이저를 이용한 공기 투과 필름 홈 가공은 레이저 펄스 세기, 빔 사이즈, 초점 거리 등과 같은 가공 조건에 따라서 필름에 가공된 홈의 형상, 즉 폭과 깊이를 조절할 수 있으며 이에 따른 공기 투과도 조절이 가능하다는 장점이 있다.

앞으로 생활의 고급화와 편리화에 따라, 공기 투과 필름의 적용 범위는 더욱 다양하게 확대될 것으로 기대된다. 포장용 합성수지 필름에 공기 투과용 홈을 가공함으로써, 식품의 신선도를 유지하고, 김치와 같은 발효 식품 포장에 의해 발효 가스가 외부로 방출되지 못해 부풀어 올라 필름이 찢어지는 것을 방지하고, 액체를 차단하여 습기가 포장된 식품에 들어오는 것을 방지할 수 있다. 식품 포장 외에도, 기계장치의 부식을 막아주거나, 과수봉지, 기저귀 및 생리대, 일회용 의류 및 시트 등 통풍과 방수가 필요한 곳이라면 어디든지 공기 투과 필름이 사용될 수 있을 것이다. 본 연구에서는 펨토초 레이저를 이용하여 공기 투과 필름 홈 가공 기술에 대한 연구결과를 소개하였다. 펨토초 레이저를 이용한 공기 투과 필름 홈 가공 기술은 가공된 홈의 형상 및 간격을 변화시켜 공기 투과도 조절이 가능하다는 장점이 있어 산업화에 매우 근접한 기술이라고 할 수 있겠다. 따라서 이러한 기능성 필름 포장산업에서 머지않아 펨토초 레이저 기술의 실용화를 기대한다.

참고문헌

1. 한진피앤씨(주), "부식포가 합지된 압연 통기성 필름과 그 제조방법 및 장치", 국내등록특허 10-0514905-0000, 2005.09.07.
2. 신길수, "공기방출기능을 구비한 농산물 포장용기", 국내실용신안 20-0252526, 2001.10.18
3. 차상철, "초음파 진동을 이용한 비닐포장지의 천공장치", 국내실용신안 20-0398070, 2005.10.04
4. Elizabeth Varriano-Marston, "Registered microperforated films for modified/controlled atmosphere packaging", US 6,441,340 B1, Aug. 27, 2002.
5. 손익부, 최성철, 노영철, 고도경, 이종민, "스캐너를 이용한 고속 펨토초 레이저 가공 기술", *Korean Society of Laser Processing*, 9(2), pp. 9-13, 2006.8.