

레이저 써페이스 텍스처링을 활용한 세포친화도 증대 임플란트 제작

Laser Surface Texturing in Orthopedic Implant to Increase Cell Adhesion

*김경한¹, #이제훈¹, 박종권², 전태성¹

*K. H. Kim¹ (khkim@kimm.re.kr), # J. H. Lee¹, J. K. Park², T.S. Jeon²

¹한국기계연구원 광응용기계연구실, ²한국기계연구원 초정밀시스템연구실

Key words : Laser, Surface, Texturing, Implant

1. 서론

최근 고령화사회가 되면서 인공관절을 통한 시술이 증대하고 있다. 인공관절 수술의 실패요인 중 하나인 인공관절 스템(Stem)과 관절 뼈의 조골 세포(Osteoblast cell)의 세포접합력이 약한데 기인한다. 인공관절 임플란트와 조골세포(osteoblast cell)의 세포친화도는 임플란트 재료의 화학적 조성과 표면 형태에 따라서 달라진다고 알려져 왔다 (1,2). 많은 연구결과에 의해 임플란트 표면에 수십 마이크로 미터급의 패턴은 세포친화도를 증대됨이 입증되었다. 임플란트 표면처리 방법으로써 기존에는 플라즈마 스프레이 코팅 방식이 많이 사용되었지만 최근 코팅 입자가 이탈하여 인체조직으로 스며들어서 염증을 유발시키는 연구결과가 발표되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 임플란트 표면 텍스처링을 위한 레이저 가공 장비를 개발하였다. 최근 레이저 펄스폭이 초단파화 되고 스캐너 가공을 통한 초고속 가공이 가능하게 되어 레이저를 이용한 표면 텍스처링이 많이 연구되고 있다. 레이저를 이용한 임플란트 표면 텍스처링 코팅 입자의 이탈이 없으며, 친환경 건식 공정이며 또한 레이저 출력과 펄스폭을 변화시키면서 표면에 다양한 형상 및 크기와 텍스처링을 할 수 있는 장점이 있다.

2. 레이저 가공 실험

임플란트 스템에 주로 사용되는 재료로써 Ti plate를 활용하여 레이저 가공 실험을 수행하였다. 레이저 소스는 Multiwave 사의 20W급 1064nm 파이버 레이저를 사용하였다. 파이버 레이저는 별도의 냉각 유닛이 필요치 않아 시스템이 소형이며, 빔 품질의 척도인 BPP(Beam Parameter Product) 값이

낮아 빔품질이 우수함이 널리 알려져 있다. Scanlab 사의 갈바노미터 스캐너를 활용하여 간이 테스트 베드를 제작하였으며 f-theta 렌즈와 Ti plate 까지의 거리는 100 mm이다. 100×100 mm 의 Ti plate 상에 400 μm 간격으로 드릴링 공정을 수행하였다. 펄스 폭을 변화시키면서 펄스폭에 따른 가공형상 및 패턴의 크기를 측정하였다.



Fig. 1. Experimental setup with fiber laser source

3. 실험 결과 및 고찰

파이버 레이저 드릴링 공정인 경우 출력을 20W로 고정하고 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200 ns 펄스폭을 변화시키면서 Ti plate 가공 직경을 그림 2와 같이 측정하였다. 펄스폭이 증가함에 따라서 선형적으로 증가하다가 100ns 펄스폭 정도에서

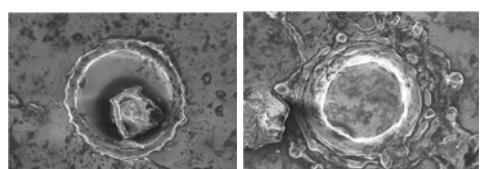


Fig. 2. Surface textured photo with 20 ns pulsed laser (Left) and 200 ns pulsed laser (Right)

증가폭이 둔화됨을 알 수 있었다.

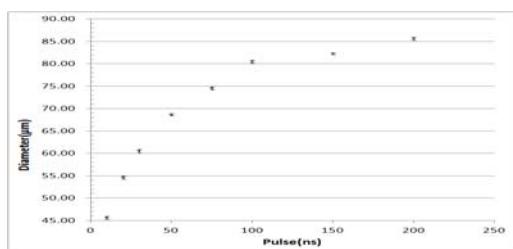


Fig. 3 Drilled hole diameter changing as pulse width with a fiber laser

다음은 355nm 단파장 레이저를 활용하여 라인 패턴ning 실험을 수행하였다. 그림 3에서는 200 μm 간격으로 레이저 표면 패턴닝된 사진을 나타내었다. 가공횟수가 4회에서 6회 증가시 선폭의 증가는 많은 것을 알 수 있었으며 출력을 1.5W에서 2.5W 증가시 탄화 영향이 관찰되었다. 레이저 출력을 증가시 가공횟수의 감소에 의한 가공시간 절약이 가능하지만 주변 부분의 탄화 영향으로 가공 품질이 저하될 수 있으므로, 최적의 가공조건을 도출하는 것이 중요하며 이를 위해 반복적인 실험을 추가 계획하고 있다.

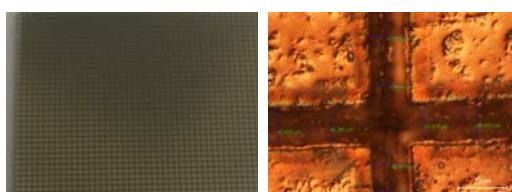


Fig. 4 Line surface textured pattern with a 355nm ns laser

4. 결론

세포친화도 증대를 위한 레이저 써페이스 텍스처링을 수행하였다. 세포친화도 증대를 위한 최적의 패턴 크기가 정해졌을 때, 이를 가공하기 위한 펄스폭에 대한 연구를 수행하였다. 펄스폭이 증가할수록 패턴이 크기는 증가하나 어느 시점에는 둔기폭이 정체됨을 알 수 있었다. 또한, 단파장 355nm 레이저를 활용하여 가공횟수 및 출력에 관한 연구도 수행하였다.

후기

본 연구는 산업원천개발사업 “Eco/bio 산업의 기능성 부품 생산용 차세대 용복합 가공시스템 개발” 및 중소기업 용복합 기술개발사업 “Hip implant sterm 미세표면형성 레이저 가공기개발”에 의해 지원되었습니다.

참고문헌

1. A. Goransson, E. Jansson, P. Tengvall, A Wennerberg, "Bone formation after 4 weeks around blood-plasma-modified titanium implants with varying surface topographies: an *in vivo* study", *Biomaterials*, Vol. 24, pp. 197-205, 2003.
2. A. Bagno, C. Di Bello, "Surface treatments and roughness properties of Ti based biomaterials", *J. Mater. Sci. Mater. Med.*, Vol. 15, pp. 935-949, 2004.