

레이저를 이용한 미세가공

Laser Micro Machining in MEMS

윤경구, 이성국, 김재구, 최두선, 신보성, 황경현
한국기계연구원
kkyoon@kimm.re.kr

1. 서론

최근 몇 년 동안 레이저는 품질과 신뢰성의 계속적인 향상으로 인하여 여러 산업 응용분야에서 폭 넓게 사용되어 지고 있다. 재료가공에 있어서 레이저의 적용분야는 금속의 절단, 용접 및 드릴링, 세라믹의 스크라이빙, 플라스틱과 복합재료의 절단 및 여러 가지 재료의 마킹, 등을 포함한다. 이러한 가공 메카니즘은 레이저의 조사에 의하여 재료를 용융, 증발시키는 열적 메카니즘이다. 특히 요즘에는 자외선 영역의 조사와 높은 빔의 세기에 의해 다른 종류의 에너지 전달 메카니즘이 가능한 UV 영역의 엑사이머 레이저의 사용이 증가하고 있다.⁽¹⁾ 이러한 엑사이머 레이저가 기존의 다른 레이저에 비해서 갖는 이점은 다음과 같다. 첫째, 모든 금속이 엑사이머 레이저에 대해서는 높은 흡수율을 가지므로 레이저 에너지가 가공 에너지로 효율적으로 변환되기 때문에 얇은 표면층에서 완전히 흡수하게 된다. 이는 재료의 고정밀 가공을 가능하게 한다. 둘째, 짧은 펄스지속시간동안 1J 범위의 펄스 에너지를 가지기 때문에 높은 에너지밀도의 실현이 가능하므로 레이저 조사동안에 열에너지의 전도가 매우 적어지게 되어 열적으로 민감한 재료의 경우에도 크랙이나 구조 변형과 같은 열적 손상이 없는 가공이 가능하다. 셋째, 엑사이머 레이저는 파장이 짧기 때문에 파장에 비례하는 결산한계가 미크론오더이므로 미세한 고정밀 가공이 가능하게 된다. 이러한 장점들 때문에 얇은 필름의 레이저 프로세싱이 회로 패터닝, 마스크 제작, 마킹, 리페어링, 등의 미소전자 및 미소기계 분야에 많은 연구자들의 관심을 끌고 있다.^(2, 5)

미소가공 기술을 위한 DPSS 레이저는 폴리머 튜브와 금속 튜브와 같이 가공하기 어려운 작은 스케일 부품의 제조 프로세스에 적용될 수 있다. 본 논문에서는 stent의 제작을 위한 금속 튜브의 복잡한 패턴을 레이저 미세가공 공정에 의하여 제작하였다.

2. 실험방법

Stent 형상가공을 위하여, 2.5mm 직경에 36" 길이를 가진 stainless 316 튜브를 부착된 회전 스테이지 fixture에 적재하고 레이저 절단하는 동안 특별히 설계된 안내 장치에 의해 안내된다. 실험에 사용된 DPSS 레이저는 1.06 μ m의 파장과 80ns의 진폭을 가진다. 진동 반복율은 8kHz로 하였고 레이저 빔의 출력은 가공변수에 따라 선택되어 진다. 다음의 Fig. 1은 stent 가공 시스템의 구조를 보여준다.

3. 실험의 결과 및 고찰

가공 품질에 대하여 효과적인 공정변수를 찾기 위하여 레이저 빔 출력, 이송속도, 경로의 수 그리고 산소 압력 같은 공정변수들의 값을 변화시켜 가면서 실험하여 가장 효과적인 파라미터의 값을 찾았다.

- (1) 레이저 빔 출력 : 레이저의 출력은 증가시키면 경로의 수가 줄고 프로세싱 시간의 감소하나 Resolidified 층이 생성되고 약 20 μ m간격의 거친 줄무늬가 생성되는 단점이 있다.

- (2) 경로의 수 : 레이저 출력이 증가하면 경로의 수는 감소하게 된다.
- (3) 이송 속도 : 중요한 공정변수 중의 하나로 치수의 정밀도와 공정 시간을 결정하게 된다.
- (4) 산소 압력 : 가공 성능을 향상하기 위하여 사용하며 레이저 가공하는 동안 재료를 냉각하는 효과를 가지고 있어 열이 영향을 미치는 영역을 감소시킨다.
- (5) 후처리 공정 : 더 좋은 가공 품질을 얻기 위하여 가공 후 scrap removal과 에칭을 수행한다. scrap removal은 변형을 막기 위한 작은 막대기를 넣은 다음 파편을 제거하는 것을 말하며 에칭은 여러 가지 화학 용액을 적당한 비율로 섞어서 Fe와 Cr 산화물을 제거하는 것이다. 이는 resolidified 층을 효과적으로 제거하게 된다.

다음의 Fig. 2는 에칭을 수행한 stent의 가공 결과를 나타낸다.

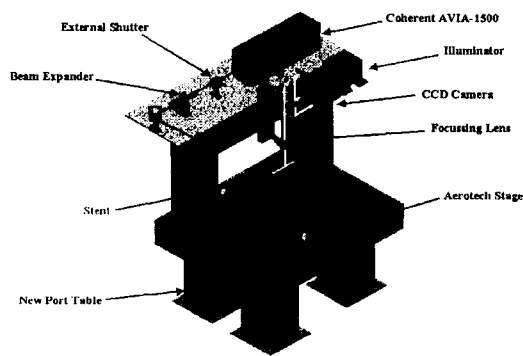


Fig. 1 Schematic of Manufacturing System for Stent

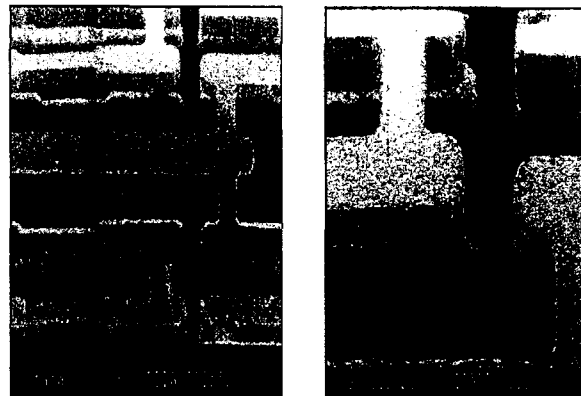


Fig. 2 SEM Photographs of Stent Cut

4. 결론

가공 품질에 대한 프로세스 파라미터의 영향을 이해하고 최적의 프로세스 조건을 찾기 위해서 DPSS 레이저를 가지고 stent 형상가공과 에칭 그리고 SEM 사진 분석을 수행하였다. 이 연구를 통하여 stent 형상가공에 대하여 다음과 같은 중요한 점을 찾을 수 있었다.

첫째, 기존의 방법과 다른 가공 순서를 가진 새로운 가공 방법은 가공 품질에 일관성을 위하여 사용되어진다.

둘째, 낮은 출력과 높은 산소 압력은 가공 품질과 가공성에 있어서 좀 더 나은 결과를 얻었다.

셋째, 적절한 에칭을 이용하여 후처리를 함으로써 원래의 면처럼 깨끗한 절단부를 생성할 수 있다.

참고문헌

1. T.A. Zontins, "Solid State Technol", 29, 99-104 (1995).
2. T.A. Znotins, D. Poulin, J. Reid, "Laser Focus/Electro-Optics", 54-70. (May 1987)
3. K. Upadhyya (Ed), "Plasma and Laser Processing of Materials", The Mineral, Metals and Materials Society, Warrendale, PA, USA, 109-112 (1991).
4. J.C. Miller (Ed.), "Laser Ablation, Principles and Applications, Springer Series in Materials Science", vol. 28, Springer-Verlag, Berlin, 1-9 (1994).
5. U.C. Rehban, H. Endert, G. Zaal, "Laser Focus World", 91-96 (November 1994).