

# Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> LAM

## The Characteristics of Machining and Structural Behavior of Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> by Laser Power in LAM

# J. D. Kim<sup>1</sup>(jdkim@hhu.ac.kr), \*S. J. Lee<sup>2</sup>, D. S. Shin<sup>3</sup>, J. H. Lee<sup>3</sup>

Key words : Laser assisted machining, Ceramics, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, YSiAlON, Preheat, Surface, Intergranular fracture

### 1.

인류가 사용하고 있는 가장 오랜 재료중의 하나인 세라믹은 현재 금속, 플라스틱 등과 함께 산업전반에 사용되고 있는 주요 재료 중 하나이다. 고품질 세라믹 재료는 중량 대비하여 고강도, 우수한 내마모성, 화학적 안정성 및 고온에서 고강도 유지 등의 뛰어난 특성으로 인하여 건축, 공학계통, 우주항공, 의료분야 등에서 주목받고 있다. 하지만 고경도와 취성이 큰 특성에 의해 가공이 어려워 그 사용에 제약을 받고 있다.

고강도의 고품질 세라믹을 얻기 위해서 필수적인 소결공정은 부품의 치수나 형상의 정밀도를 저하시키므로 정밀한 세라믹 부품을 얻기 위하여 정삭공정이 요구된다. 그러나 세라믹 재료가 가지는 고강도 및 취성의 특성으로 가공하기가 매우 어렵다. 현재 보편적으로 다이아몬드를 이용한 연마공정이 사용되고 있다. 비록 다이아몬드 연마법이 정밀한 치수의 재료를 얻기에 유리한 면이 있지만 재료제거율이 낮고, 유연성이 부족하여 복잡한 형상의 세라믹 부품에 적용이 어렵고, 비용이 높아 전 제작비의 약 60~90%를 차지하며 표면손상으로 인한 재료강도 저하 등의 문제점이 있다고 보고되고 있다.

이와 같이 세라믹 가공은 생산성 및 경제적 측면에서 제약을 받고 있어 대체 가공법의 개발과 연구가 필요하다. 현재 이에 대한 연구는 많이 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구는 레이저를 이용하여 세라믹을 국부적으로 가열하고 연화된 부분을 선삭하여 제거하는 레이저보조가공(Laser Assisted Machining, LAM)인 레이저 예열선삭기술의 개발을 위한 자료를 제공하고 가공의 최적조건을 산출하기 위하여 진행되었다.

### 2.

#### 2.1

본 연구에서 사용된 재료는 고강도와 내마모성 및 높은 열충격 저항을 가지고 있는 엔지니어링 세라믹 중 하나인 질화규소(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)를 사용하였으며 HIP(Hot Isostatic Pressing)법으로 제작하

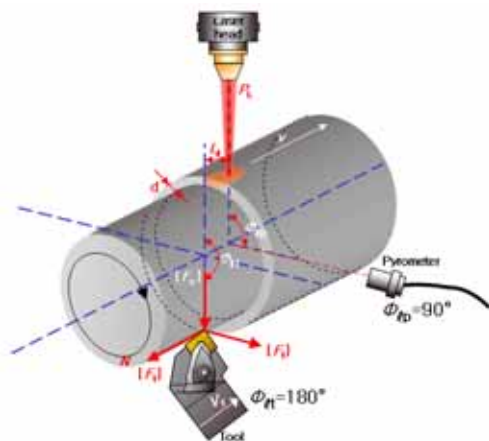


Fig. 1 Schematic illustration of Laser-assisted machining system

여 재료 내부의 기공을 제거하였다. 선삭가공을 위하여 길이 150mm, 직경 16mm인 환봉상의 시험편을 사용하였다.

본 연구는 fiber로 빔 이송이 가능하고 성능면에서 가격대비 우수한 2.5kW급 고출력 다이오드 레이저(HPDL)를 열원으로 사용하였으며, 고온계(pyrometer)와 공구동력계(dynamometer)를 사용하여 실시간으로 온도 및 절삭력을 측정하였다. 스피indle 최대회전수 4000rpm, 최대 축 이송속도가 각 축에 대하여 30, 16, 30 m/min 인 복합가공기의 Z축에 리분버 광학모듈을 설치하였고 광학계는 5x5mm의 사각빔을 사용할 수 있도록 특수 제작하여 사용하였다.

절삭공구는 날끝반경(nose radius)이 0.8mm, 두께 4.76mm, 음의 경사각 -6° CBN(Cubic Boron Nitride) 인서트를 사용하였다.

#### 2.2

레이저 예열선삭을 위해 설치한 실험장치의 모식도를 Fig. 1에 나타낸다. 시험편을 척에 고정시키고 레이저의 조사부로부터 90° 지점에 실시간으로 온도를 측정하기 위한 고온계를 설치하고 180° 위치에 공구 및 공구동력계를 설치하여 선삭을 행하였다. 세라믹의 산화를 막기 위하여 Ar 가스를 레이저 조사지점에 분사하였다. 세라믹의 칩은 따로 채취하여 광학현미경으로 그 길이 및 모양을 분석하였다. 가공된 시편의 표면은 광학현미경 및 SEM으로 관찰하였으며 EDS로 성분분석을 실시하였다.

### 3.

#### 3.1

-Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	10%	YSiAlON
900~1000 YSiAlON	가	1000 YSiAlON

가 YSiAlON (transgranular fracture) 1000 -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> (intergranular fracture)가

#### 3.2

620rpm, 0.013mm/rev,

Power Image	400W	600W	800W
Photo image			
SEM image			

Fig. 2 Photo and SEM image of preheated surface by laser power

