

마이크로 그루우브 crosshatch 패턴의 사잇각도와 그루우브 폭간 미끄럼 마찰특성영향

Friction property for some angle of crosshatch micro-scale grooved surface pattern

*#채영훈¹, 김석삼²

*#Y. H. Chae(yhunchae@knu.ac.kr)¹, S. S. Kim²
¹ 경북대학교 IRIM, ² 경북대학교 기계공학부

Key words : Crosshatch, Friction, Grooved surface pattern, Photolithography, Electrochemical etching

1. 서론

최근 나노기술과 정밀가공생산기술의 발달로 Nano/Micro -surface patterning 가공기술은 눈부신 발전을 하였다. 수 nm 에서 수십 nm 에 대한 초정밀 가공이 발전되고 있다. 이러한 가공기술은 전통기계부품에 접목하여 기계부품의 성능향상관점과 고부가가치화 부여 등의 발전으로 연결시키는 연구는 전세계적인 key issues 이다[1]. 많은 연구자들은 마찰제어기술과 “마찰저감을 위하여 surface pattern 를 어떻게 설계할 것인가?” 에 대하여 다양한 각도로써 접근하고 있다. Etsion[2]은 LST(Laser Surface Texturing)으로 mechanical seal 에 대하여 마찰 성능을 지배하는 주요인자(critical parameter)를 pore 크기와 비(ratio)의 관점에서 연구하였다. Wang[3]은 micro pits-surface pattern 설계를 위하여 임계하중비(critical load ratio), 깊이/크기의 비, pit 의 면적비가 마찰 성능에 영향을 주고 있음을 확인하였다. 또한 이러한 surface pattern 의 연구는 마찰 성능에 미치는 설계인자를 도출하기 위하여 연구 진행되고 있다. 마이크로 그루우브에 대한 연구는 산업현장에서 호닝공정으로 얻을 수 있다. 이러한 호닝패턴에 대한 형상과 크기 및 각도에 대한 마찰특성 연구는 아직 정립되지 않았다. 특히, 호닝패턴에 의한 crosshatch 그루우브 패턴의 사잇각이 매우 중요한 기술의 파라메타로 연구되고 있다. 따라서 이러한 crosshatch 그루우브 패턴에 대한 정량적인 실험을 위하여 Photolithography 공정을 이용하여 시험편을 제작하였다.

본 논문은 crosshatch 그루우브에 대한 마찰특성을 연구하기 위하여 미끄럼사잇각을 90 도에서 150 도까지 각각 10 도씩 증가되도록 하여 핀-온-디스크 타입으로 접촉압력 0.6MPa 에서 3.5MPa 까지 실험하여 그 특성을 조사하였다.

2. 실험

Table 1 은 본 연구에 사용될 시험편의 크기와 형상을 나타내었으며, 접촉표면에 대한 주요치수를 나타내었다. 시험편 접촉면에 마이크로 그루우브 패턴을 가공하기 위하여 노광공정으로 제작하였다. 표면가공을 평탄화기술을 이용하여 면접촉이 균일하게 되도록 하였다.

마찰특성을 평가하기 위하여 핀온디스크형의 마찰시험을 Fig. 1 과 같이 수행하였다. 시험방법으로 고정 하중으로 단계별 속도를 변화하였다. 수직하중 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 및 3.5MPa 순으로 추(deadweight)를 사용하여 가압하였다. 미끄럼속도는 하중에 따라 0.02m/s 에서 0.30m/s 까지 각각 0.04 m/s 씩 증가하였다. 윤활유는 하중단계별 새로운 윤활유를 사용하였다. 새로운 시험편 마다 15 분간의 run-in 후 측정데이터로 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 3 는 무차원 파라메타인 Duty Number 를 이용하여 마찰특성을 나타내었다. 여기에서 각도 150 인 시험편이 마찰특성이 우수하게 나타났다. 여기서 crosshatch 그루우브의 각도에 따라 마찰계수의 영역이 변화되는 것을 알 수 있다. 사잇각도는 130 도에서 150 도로 저마찰영역이

저압저속영역으로 확대되고 있음을 알 수 있었다. Fig. 5 에서 crosshatch 각도 135 도를 가진 시험편이 넓은 속도에서 낮은 마찰계수를 가지고 있음을 확인하였다. Fig. 6 은 crosshatch 각도를 130 도에서 150 도를 각각 5 도 씩 증가한 시험편을 대상으로 Stribeck curve 를 나타내었다. 여기의 분석으로는 135 도를 가진 시험편이 우수하게 나타났다.

4. 결론

본 논문은 crosshatch 그루우브에 대한 마찰특성을 연구하기 위하여 미끄럼사잇각을 90 도에서 150 도까지 시험편을 제작하여 마찰특성을 조사하였다. 마찰특성은 Crosshatch 각도는 135 도를 가진 시험편이 가장 우수한 것으로 나타났다.

후기

This work was supported by Korea Research Foundation Grant (KRF-2006-521-D00053).

참고문헌

1. Nakada, N., 1994, Trends in engine technology and tribology, Tribology International, Vol.27, No.1, pp.3-8.
2. Etson, I. and Halperin, G., 2002, A laser surface textured hydrostatic mechanical seal, Tribology transaction, Vol.45, pp.430-434.
3. Wang, X., Kato, K., Adachi, K. and Aizawa, K., 2001, The effect of laser texturing of SiC surface on the critical load for the transition of water lubrication mode from hydrodynamic to mixed, Tribology International, Vol.34, pp.703-711.

Table 1 Experiment condition for friction test

Parameters	Condition
Contact type	Pin-on-Disk
Disk material	Bearing steel
Pin material	Bearing steel
Size of groove for pin [μm]	100
Depth of dimple for pin [μm]	4-5
Surface roughness	
- Pin before fabrication [μm]	0.008Ra, 0.016Rmax
- Disk [μm]	0.039Ra, 0.052Rmax
Diameter of pin[mm]	6
Diameter of sliding track[mm]	40
Pressure range [MPa]	0.6-3.5
Speed range [m/s]	0.02-0.30
Lubricant	Paraffin oil(Saybolt number 125/135)
Temperature	Room temperature

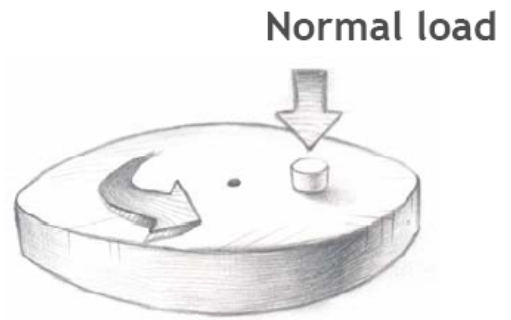


Fig. 1 Pin-on-disc type

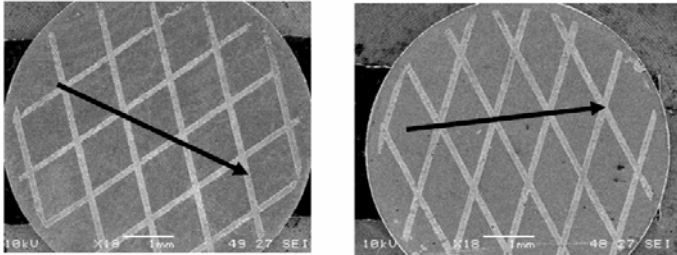


Fig. 2 시험면에 대한 미끄럼방향

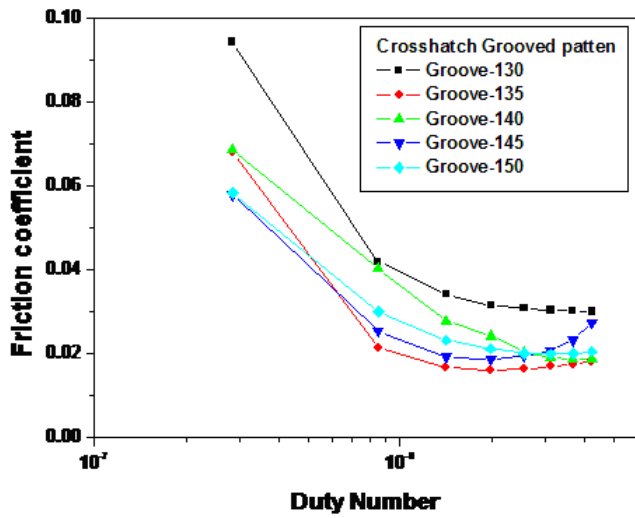


Fig. 3 Stribeck curve of 5 samples