

# 안경렌즈의 초정밀 가공에 있어서 PCD와 MCD 공구의 절삭 특성 비교 The Comparison of Cutting Characteristics of PCD and MCD tools in the Ultraprecision machining of Glasses lens

\*장동빈<sup>1</sup>, 임정식<sup>1</sup>, 김승범<sup>1</sup>, 김건희<sup>2</sup>

\*#D. B. Jang(sometools@empal.com)<sup>1</sup>, J. S. Lim<sup>1</sup>, S. B. Kim<sup>1</sup>, G. H. Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>신진다이아몬드공업, <sup>2</sup>한국기초과학지원연구원

Key words : polycarbonate, PCD, MCD, Milling, surface roughness, glasses lens

## 1. 서론

현재 안경산업은 국민의 45 % 이상 사용하는 국민의 건강한 삶 증진을 위한 의료장치 중의 한 산업으로 최근 개인의 시력에 맞추어 주문 즉시 작업이 가능한 맞춤형 누진가입도 안경렌즈 제조 공정에서 종래 안경렌즈 제조공정에서 커팅휠로 회전시키면서 단순한 광학적인 표면만을 생성하는 공정을 새로운 공법인 “안경렌즈 표면의 매트릭스에 기존의 커팅휠 대신에 컴퓨터가 제어하는 초정밀 다이아몬드공구를 사용하여 수 천개의 작은 점들을 3차원적으로 비구면을 가공할 수 있는 개인맞춤형 누진가입도 안경렌즈 제조공정”에 사용되는 프리폼 가공용 초정밀급 다이아몬드공구인 1차 황삭용(PCD-12날 밀링 커터)과 2차 정삭용인 천연다이아몬드공구(MCD)를 개발하는 것이다.

## 2. PCD와 MCD 공구의 성능

본 연구에서는 독일 Satisloh 사 CNC 타입의 안경렌즈 가공용 장비에서 PCD와 MCD 공구에 의한 안경렌즈 재질인 폴리카보네이트의 프리폼 가공을 위한 초정밀 절삭을 수행하기 위한 1차 황삭용(PCD-12날 밀링 커터)의 공구와 2차 정삭용인 천연다이아몬드공구(MCD)를 개발하는 것이다. 1차 황삭용(PCD-12날 밀링 커터)의 공구는 안경렌즈의 가공 부위와 접하는 PCD팁의 절삭 날부를 곡면으로 형성시켜, PCD팁의 절삭 날부 구성을 다이아몬드입자 사이즈에 따라 세종류 이상으로 교대로 배치하여 밀링커터로써 다이아몬드 입자가 굵은 경우 밀링커터의 강성을 높이고, 다이아몬드 입자가 미세한 경우에는 예리한 절삭면을 얻음

로서, 렌즈의 절삭 성능을 향상시키고 동시에 가공의 정밀도를 향상시킬 수 있는 렌즈 가공용 PCD 밀링 커터에 관한 것이다. 1차 황삭용(PCD-12날 밀링 커터)의 공구디자인을 Fig.1 에 나타내었다. Fig. 1에서 밀링헤드부는 보통 직경에 따라 12 날의 PCD 팁이 붙어 있는 밀링커터 형상을 가진다.



Fig. 1 Morphology of a milling head with spectacle lens.(PCD 12 Ways, R .00mm, Dia. 66.00mm)

Fig. 2에서는 PCD팁의 절삭 날부 구성을 다이아몬드입자 사이즈에 따라 각각 다른 특성을 갖는 PCD 재종에 대한 미세조직사진을 SEM 으로 촬영한 것이다.

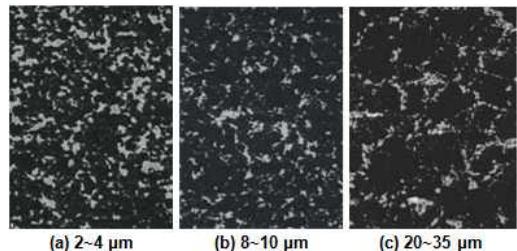


Fig. 2 Microstructures of used PCD grade; (a) Fine, (b)Medium, (c) Coarse

Fig. 3에서는 2차 정삭용인 천연다이아몬드공구(MCD)의 디자인을 나타낸 것이다.

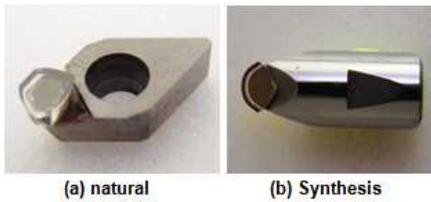


Fig. 3 Morphology of used MCD diamonds Tools; (a) Natural- R2.0mm , (b) Synthesis-R2.0mm

2차 단결정다이아몬드(MCD) 공구에서는 Fig. 4에서처럼 다이아몬드가 갖고 있는 결정의 형상 즉, 방향성(anisotropy) 때문에 가공하기 전 다이아몬드의 기본적인 정보를 파악해야 한다. 결정조직과 내부구조 등을 조사하는 기계적인 작업을 선행하는데 이것은 연마 방향을 비롯한 최적의 작업 경로를 결정하는 가장 기초적이고 중요한 연구이다.

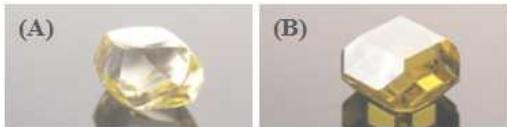


Fig. 4 Morphology of used MCD ; (A) Natural diamond, (B) Synthesis mono diamond

### 3. 안경렌즈의 초정밀 가공 결과

본 연구에서는 Satisloh 사 CNC 타입의 안경렌즈 가공용 장비에서 PCD와 MCD 공구에 의한 안경렌즈 재질인 폴리카보네이트의 초정밀 절삭을 수행하였다. Fig. 5에서는 1차 황삭용(PCD-12날 밀링 커터)의 공구를 사용하여 안경렌즈를 가공한 표면 상태의 사진이다. (a)는 기존 1가지 재종만으론 된 PCD 밀링커터이고, (b)는 12날을 A-B-C-A-B-C로 교대로 PCD 팁을 붙여서 만든 공구의 결과이다.

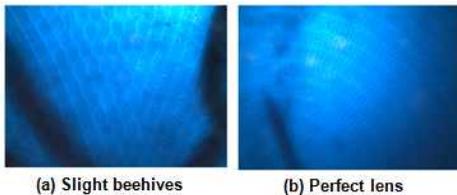


Fig. 5 Lens surface roughness of machining of PCD milling cutter(12ways)(a) only fine grade (b) fine-medium-coarse-fine-medium-coarse- ...

Table. 1 은 2차 정삭용인 천연다이아몬드공구(MCD)를 사용하여 폴리카보네이트 렌즈를 100개 가공한 후 상태와 3,000개를 가공한 렌즈 상태를 조사한 결과이다.

Table. 1 Diamond tool wear(R2mm, natural)

	After 100 lenses cut	After 3000 lenses cut
Microscope pictures of the cutting edge, 400x magnification		
Surface Analyzer pictures of the lens surface		

### 4. 결론

결론으로는 프리폼 안경렌즈 가공용 초정밀 다이아몬드공구 설계 및 제조기술 개발을 위하여

- (1) PCD 밀링커터 새로운 디자인개발 : PCD 재종 혼합형, 12날 밀링커터
- (2) 정삭가공용 단결정(천연, 모노) 다이아몬드공구 설계 : 인서트형(R값: 1, 2, 5 mm)
- (3) 천연다이아몬드 R공구 윤곽도 50 nm 이하의 초정밀급 개발

### 후기

본 연구는 중소기업청 2012년 중소기업기술혁신 개발사업의 지원으로 수행된 1 차년도 연구의 일부입니다.

### 참고문헌

1. A. Kobayashi: "Function and Use of "UPC" Nano Series Nanomicro-Forming Cutting Tools" Tool Engineer (2003.7)
2. P. Daniel : "Practical uses of diamond", 18-21, 1993.
3. 川合 知二: "나노테크 활용기술의 모든 것" 대영사, 265-274, 2004.
4. 이장구 : "정밀가공학" 기전연구사, 133-147, 2008.
5. 竹内 芳美: Ultra precision Micro Mechanical Machining, 2008