

기능성 초정밀 핵심 요소부품 제조 초정밀 금형 기반기술 개발

제태진^{#1}, 이응숙¹, 최두선¹, 김재구¹, 황경현¹, 윤재성¹, 장성환¹

Development of fundamental technologies on high precision mold for micro functional elements and parts

T.J. Je[#], E.S. Lee, D.S. Choi, J.G. Kim, K.H. Whang, J. S. Yoon, S.H. Chang

Abstract

Demands for high quality and productivity of precision mechanical parts are increasing greatly nowadays due to the rapid growth of information technologies and convergence industries. Therefore, core technologies for fabrication of precision mechanical parts are the fundamental issues, which are the precision machining, micro powder injection molding technologies, MR polishing, micro polymer processes, micro actuation modules and so on. These technologies are directly related to the mass production of high functional devices and machineries. Therefore, this study investigates the fabrication technologies of micro precision molds for advanced devices for possible commercialization in a near future.

Key Words : High precision mold, Micro machining PIM (Powder injection molding), Magneto-Rheological (MR) Fluid, Micro lens module

1. 서론

휴대용 전자기기, 디스플레이장치 등 고부가가치 정보산업 및 이를 응용한 융·복합 산업의 발달로 인해 핵심 부품의 성능 및 제품의 기능 고급화에 대한 요구가 나날이 증대되고 있다. 특히, 반도체, 디스플레이, 자동차 등의 국가 기반 주력 산업에 적용되는 기술 및 부품에 대해서는 선진국과의 기술 격차를 최소화 해야 할 뿐 아니라 경쟁력을 확보하여 미래의 시장 변화에 능동적으로 대처해야 한다. 마이크로 기능성 초정밀 핵심 요소부품 제조 기반기술은 이와 같은 국가기반 주력 산업에 고루 적용되는 마이크로 기능성 핵심 모듈 및 부품을 개발, 생산하기 위한 마이크로 생산 기반기술이다. 마이크로 기능성 초정밀 핵심 요소 부품 제조 초정밀 금형 기반기술은, 이러한 기술을 구현하기 위한 마이크로 부품 및 모듈의

양산에 필수적인 요소로서, 작게는 마이크로 단위에서 밀리미터 단위의 크기를 가진 구조물의 형상으로 구성되어지는 부품을 제작하기 위한 초정밀 금형 설계, 제작, 성형 및 측정/평가 기술을 포함하는 기반기술이다. 그러나 이와 같은 핵심 부품 및 모듈을 위한 금형, 공정 기술, 소재 등은 아직도 많은 부분을 일본 등 외국 기술에 크게 의존하고 있으며, 특히 앞에서 언급한 초정밀 금형, 부품 및 모듈에 대한 핵심 공정은 일부 기업을 제외하고는 기술 자립도가 매우 낮은 상황이다. 따라서 연구 단계에 머무르고 있는 새로운 고성능 제품의 제품화나 양산화를 위한 초정밀 금형 분야에서의 핵심 기술 개발은 첨단 핵심 산업 분야에서의 기술개발력 확보와 관련 신제품의 조기 실용화를 통한 경쟁력 확보를 위해 필수적인 기술이며, 핵심 기술 확보가 매우 시급한 실정이다.

1. 한국기계연구원 나노융합기계연구본부
한국기계연구원 나노융합기계연구본부,
E-mail: jtj@kimm.re.kr

본 연구에서는 이러한 산업 및 관련기술의 기반이라 할 수 있는 초정밀 금형의 제작을 위한 미세 기계가공, 마이크로 PIM 금형 기술, MR 연마 공정기술, UV 수지를 이용한 마이크로 부품 성형 및 응용기술, 렌즈 모듈 구동부품용 금형 및 성형기술에 관한 연구를 수행하고자 한다.

2. 초정밀 금형 기반기술

2.1 마이크로 패턴 부품을 위한 미세가공 및 응용기술

LCD 등의 디스플레이 장치는 마이크로 패턴을 응용한 부품의 대표적인 응용분야이며, 향후 이러한 고부가가치 제품은 더욱 증가할 것으로 예상된다. 이와 더불어 공구, 설비 및 가공 제어 분해능의 고도화와 고정밀화가 진행되고 있으며[1,2], 이를 통한 차세대 초소형 부품의 개발 수요도 증가하고 있다. Fig. 1 은 초소형 정밀 공구 및 가공 부품의 예를 나타낸다.

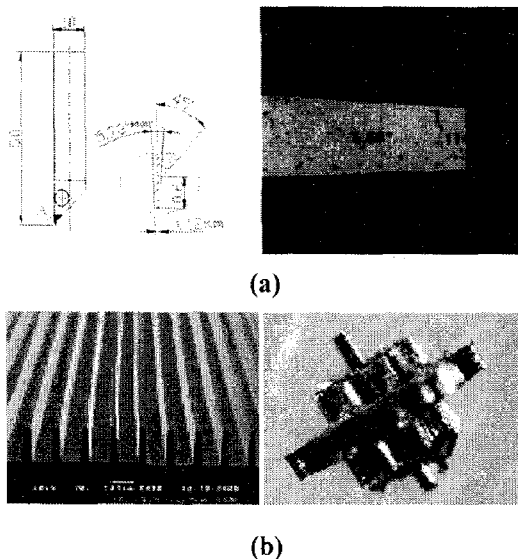


Fig. 1 (a) An example of a precision diamond tool for precision machining
(b) Products of precision machining (KIMM, Korea).

본 연구에서는 기능성 초정밀 핵심 요소부품용 초정밀 금형 실용화 기술개발을 목표로, 세장비 10, 정밀도 $150 \pm 2 \mu\text{m}$ 의 시제품 제작 및 응용기

술을 연구하고자 한다. 이를 위한 핵심 요소기술로는 초정밀 공구의 설계 및 제작기술, 가공해석 및 시뮬레이션 기술, 3 차원 및 자유곡면 가공 기술, 경면 가공기술, 미세패턴 가공기술, 마이크로 고세장비 가공기술 등이 있다.

2.2 마이크로 PIM 금형 설계 및 가공기술

PIM (Powder Injection Molding) 공정을 응용한 금형 기술은 기존의 공정에 비해 조립공정을 단순화하고 다기능성 제품을 생산할 수 있는 등의 장점이 있으므로 선진국에서는 이미 폭넓게 연구되고 있다. 우리나라에서는 PIM 금형의 설계, 제작, 해석기술 및 온도제어 기술 등을 수행하고 있으나, 향후 기술 수요를 고려한 공정의 최적화 및 상용화에 대한 연구가 필요하다.

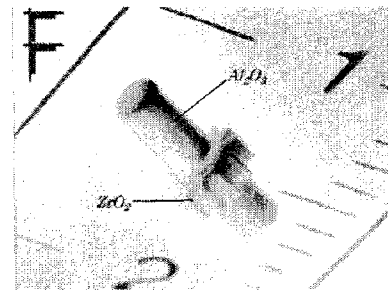


Fig. 2 An example of a product from powder injection molding process (Fraunhofer, Germany).

Fig. 2 는 PIM 성형 제품의 실례를 보여준다. 본 연구에서는 마이크로 구동 부품의 성형을 위한 금형 설계 및 제작을 목표로, 조립정밀도 $2 \mu\text{m}$, 제품 크기 $800 \mu\text{m}$ 의 PIM 금형에 대해서 설계 및 제작기술을 연구하고자 한다. 이를 위한 핵심 요소기술로는 마이크로 PIM 용 Feedstock 유동특성 연구, 금형 설계 기술, PIM 금형 제작기술, PIM 제품성형 기술 등이 있다.

2.3 초정밀 MR연마 공정기술 및 응용기술

MR(Magneto-Rheological) 유체를 이용한 연마 공정기술은 유동 특성이 자기장에 의해 실시간 제어되는 재료를 이용한 연마기술로서, 최소 가공부영역의 형성이 가능하고 연마 압력을 조절할 수

있을 뿐 아니라, 패트 마멸 등 기존 기술의 한계를 극복할 수 있다[3]. 최근에는 이를 이용하여 초정밀 부품 및 마이크로 렌즈 등 광학 부품의 제작을 위한 연구가 수행되고 있다.

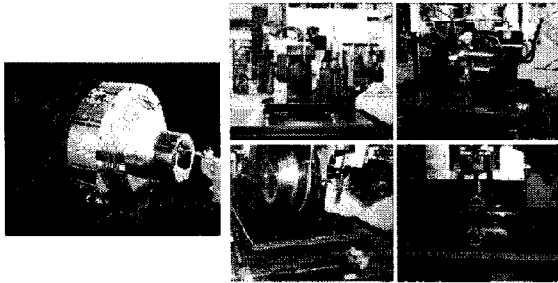


Fig. 3 MR polishing process for non-magnetic metals (QED, USA).

Fig. 3 은 상용화된 MR 연마시스템 및 공정의 사진이다. 본 연구에서는 초정밀 금형 연마용 MR 공정의 실용화 기술을 목표로 하여, 표면거칠기 5 nm, 재료 제거율 5 $\mu\text{m}/\text{min}$ 의 공정에 대한 유체 조성 최적화, 가공 및 공정 DB 화 등을 구현하고자 한다. 이를 위한 핵심 기술로는 비자성체 금형 및 웨이퍼 연마기술, 다양한 연마 형상을 위한 시스템 및 연마기술, MR 슬러리 조성 기술, MR 슬러리와 연마 조건에 따른 공정 최적화 및 DB 구축 등이 있다.

2.4 UV 수지의 마이크로 부품성형 및 응용 기술

마이크로 패턴의 성형 기술은 근래에 각광받고 있으나 UV 복제, UV 임프린트 및 UV 엠보싱 등 기존의 UV 성형기술로는 양면성형 및 대면적화에 한계가 있다. 특히, 기존 기술은 양면 성형시 마이크로패턴의 손상 및 패턴 정렬(align)의 문제가 발생하므로, 대면적화 및 생산성 향상을 위한 UV 수지와 양면 성형기술의 개발이 필요하다.



Fig. 4 Products from UV imprint process.

Fig. 4 는 기존 UV 임프린트 공정에 의한 제품의 사진이다. 본 연구에서는 성형 및 이형성이 뛰어난 UV 경화 수지의 개발과 이를 활용한 마이크로 패턴 성형기술 개발을 목표로 하여, 양면성형 기술이 적용된 디스플레이용 시제품을 개발하고자 한다. 이를 위한 핵심 요소기술로는, 마이크로 패턴의 성형 및 이형이 용이한 UV 경화 폴리머 소재 개발, 자외선 투과성 투명 금형 설계 및 제작 기술, 수지의 수축률을 고려한 성형 및 이형기술, 마이크로 패턴 양면 성형기술 등이 있다.

2.5 렌즈모듈 구동부품 금형 및 성형 기술

휴대 전화에 장착되는 카메라는 점차 고급화되고 있으며, 이에 따라 고화소급 렌즈의 필요성도 증대되고 있다. 노키아 등의 선진 기업에서는 카메라 모듈에 대한 규격 표준화를 시행할 정도로 이미 기술 경쟁은 치열해 졌으나, 우리나라의 소재 및 부품 자립도는 현저히 뒤져 있는 실정이다. 따라서, 고화소화, 소형화, 고 기능화 카메라에 대응할 수 있는 렌즈 모듈의 구동부품 개발이 시급하며, 이와 관련된 제작기술의 확보가 중요하다.

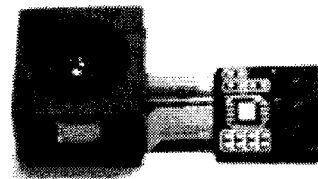


Fig. 5 Photo of a commercial lens module for mobile phones (Korea).

Fig. 5 는 현재 상용화된 렌즈모듈을 나타낸다. 본 연구에서는 고화소급 렌즈 모듈용 구동부품 제작을 위한 금형 및 성형기술 개발을 목표로 하여, 정밀 방전 전극을 이용한 피치 정밀도 5 $\mu\text{m} \pm 0.5\mu\text{m}$ 이하의 정밀 금형을 개발하여 양산 공정에 적용하고자 한다. 이를 위한 핵심 요소기술로는, 정밀 방전 전극 제작을 위한 연삭기술, 정밀 방전 전극을 이용한 금형 핵심 부품 제작기술, 렌즈 조립부 금형 가공기술, 성형공정의 생산성 향상기술 등이 있다.

3. 결 론

미래의 첨단 산업을 선도할 수 있는 고부가가치 제품의 실현을 위해서는 이에 상응하는 초정밀 부품의 제작과 이를 위한 공정 및 금형의 개발이 필수적이다. 본 연구에서는 미세 기계가공, 마이크로 PIM 금형 기술, MR 연마 공정기술, UV 수지를 이용한 마이크로 부품 성형 및 응용기술, 렌즈 모듈 구동부품용 금형 및 성형기술에 관한 연구를 수행하고자 한다. 각각의 주요 기술들은 상호 연관성이 클 뿐 아니라 공동으로 수행할 경우 시너지 효과가 클 것으로 기대되므로, 본 과제를 통하여 원천기술 및 기반기술의 확보가 예상되며, 상용화를 통하여 관련 산업의 생산성 향상 및 경쟁력 강화를 기대할 수 있다.

후 기

이 연구는 지식경제부의 전략기술개발사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사하는 바이다.

참 고 문 헌

- [1] 제태진, 박상천, 노진석, 최두선, 이용숙, 황경현, 2008, 미세 프리즘 패턴 롤 금형 가공시스템 구축 및 기초가공실험, 한국기계가공학회 2008년 춘계학술대회 논문집, pp. 325-328.
- [2] 이강원, 김병두, 최두선, 이용숙, 제태진, 2008, 미세 사각패턴 가공시 절입 깊이에 따른 영향 분석, 한국정밀공학회 2008년도 춘계학술대회 논문집, pp. 615-616.
- [3] D. W. Kim, M. W. Cho, T. I. Seo, Y. J. Shin, 2008, Experimental Study on the Effects of Alumina Abrasive Particle Behavior in MR Polishing for MEMS Applications, Sensors, Vol. 8, pp. 222-235.