

『2017 올해의 10대 기계기술』

기술개발기관	한국생산기술연구원
기술/제품명	1nm 이송 제어가 가능한 초정밀 가공장비 제작 및 이를 이용한 수백 나노미터(700nm이하) 크기의 초미세 형상 가공 기술 ※ 1nm는 10억분의 1m로 대략 성인 머리카락 굵기의 1/10만
기술의 정의	<ul style="list-style-type: none"> ○ 구현 가능한 미세 형상의 최소 크기가 수백 nm에 이르는 극한의 초정밀 절삭가공 기술임. ○ 1nm 이송 제어 가능한 초정밀 가공장비의 설계/제작/조립/최적화/성능평가 기술, 이 가공장비를 이용한 고성능 광학소자 가공 기술 및 가공된 광학소자에 대한 측정 기술이 모두 포함됨. ○ 구면(球面)이나 자유곡면에 미세 형상 갖는 초고성능 회절광학소자(Diffractive Optical Elements) 가공 가능한 기술로 일부 선진국만 기술 보유. ○ 1nm 단위의 이송 제어가 가능한 초정밀 절삭가공 장비 <ul style="list-style-type: none"> • 1nm 단위의 정밀한 위치 제어를 위한 매우 높은 수준의 설계 및 제작 기술 • 개발된 초정밀 절삭가공장비의 성능 평가 및 보완점 분석 기술 • 연구 개발을 통하여 제작된 초정밀 가공장비는 현시점에서 세계 정상급 초정밀 가공장비들과 유사한 수준의 성능을 갖추었음
핵심기술내용 (기술적 난이도)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가공 폭(커터 날의 폭)이 수백 nm급인 초미세 다이아몬드공구 <ul style="list-style-type: none"> • 세계 최소 수준의 초미세 다이아몬드공구 제작 기술 • 초미세 다이아몬드공구 형상 제어 기술 ○ 700nm급 이하의 미세 형상을 가공하기 위한 초정밀 가공 공정 <ul style="list-style-type: none"> • 초정밀 가공장비 운영 및 제어 기술 • 가공 오차 최소화를 위한 정밀 세팅 기술 • 초정밀 렌즈 가공 노하우 ○ 자유곡면과 미세패턴의 대면적 측정 기술 <ul style="list-style-type: none"> • 자유곡면 측정용 다파장 증밀리기 간섭계 개발 • 미세 형상을 측정용 백색광 주사간섭계 개발 • 대면적 측정 위한 정합(Stitching) 알고리즘 개발
파급효과	<p>제품 개발의 주춧돌이 되는 난이도 높은 핵심원천기술로써 여러 산업 분야로의 파급성이 크며, 수입 의존도 높은 고성능/고부가가치 품목의 국내 제작 가능성을 높여 기술 자주성 향상에 기여할 것으로 기대됨.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 초정밀 가공기의 설계/제작/조립/최적화/평가 기술은 정밀 공작기계

	<p>나 반도체 장비, 디스플레이 장비 등의 개발에 적용 가능</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 정밀 스테이지(Stage)와 같은 요소 기술의 형태로 초정밀 계측장비의 구동부 개발 등에도 적용이 가능함 ○ 가상현실(VR, Virtual Reality), 증강현실(AR, Augmented Reality) 디바이스들의 구현에 필요한 고성능 렌즈 개발에 반드시 필요한 기술 ○ HUD(Head Up Display), 자율주행 자동차의 적외선 카메라 광학계 개발 및 형상/파면 측정과 자동차 부품의 3차원 형상 측정 활용 ○ 에너지 효율을 높이기 위한 이미터(Emitter)나 조명용 광학계의 개발에 적용 가능 ○ 플로우 스루(Flow Through)의 형태를 가지는 바이오칩(Biochip)의 제작에 기술 적용 가능하여, 바이오 및 바이오 케미컬 분야에도 활용이 가능함 ○ Micro & Nano Texturing 기술로의 응용을 통하여 방빙(Anti-Icing), 방오(Anti-Fouling), 무반사(Anti-Reflection) 등의 의도된 물리적 특성을 갖는 Smart Surface 개발에 적용 가능함 ○ 개당 수억원을 호가하는 전략물자인 초분광 광학계(Hyper Spectral Optical System)용 렌즈 제작 가능성 열림 ○ 수입 의존 품목에 대한 국내 개발이 가능해짐에 따른 수입 대체 효과 및 국제 시장에서의 협상력 강화
<p>주요기술 개발실적</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 특허 출원 23건, 등록 8건(미국 2건) ○ SCI 7편, SCIE 1편, SCOPUS 7편등 총 79건의 학술 활동 ○ 한국정밀공학회 2013년 춘계학술대회 최우수 논문상

관련 자료 1. 결과 근거 데이터

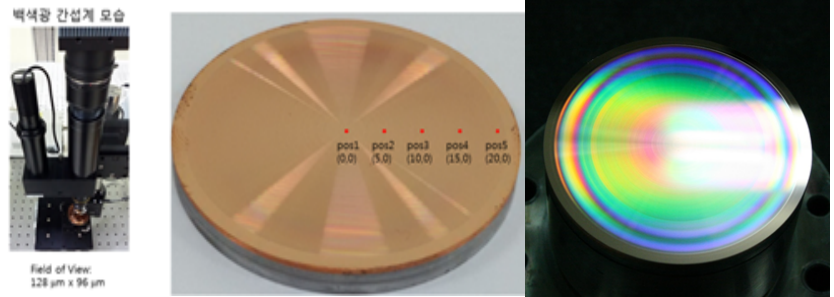


그림 1. 비구면에 미세패턴 가공 제품

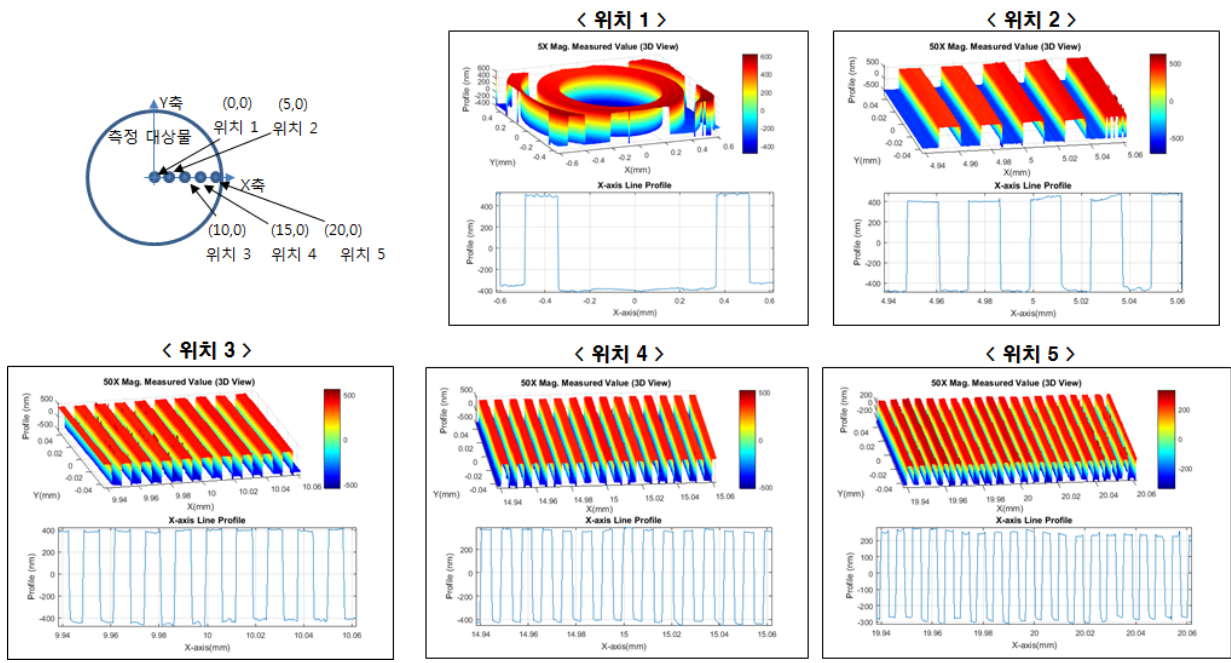


그림 2. 비구면에 미세패턴 가공 데이터



그림 3. 가공 사진 및 가공 이후의 경면 (수nm)

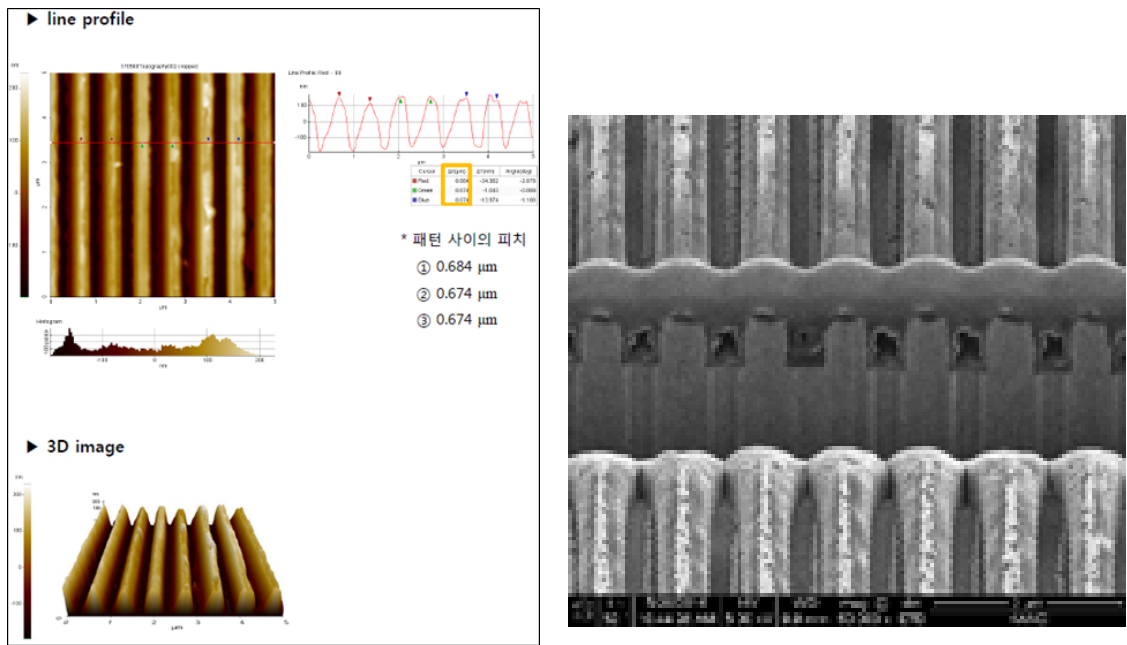


그림 4. 700nm 이하의 미세패턴 측정 데이터 (AFM 측정) 및 SEM 단면 사진

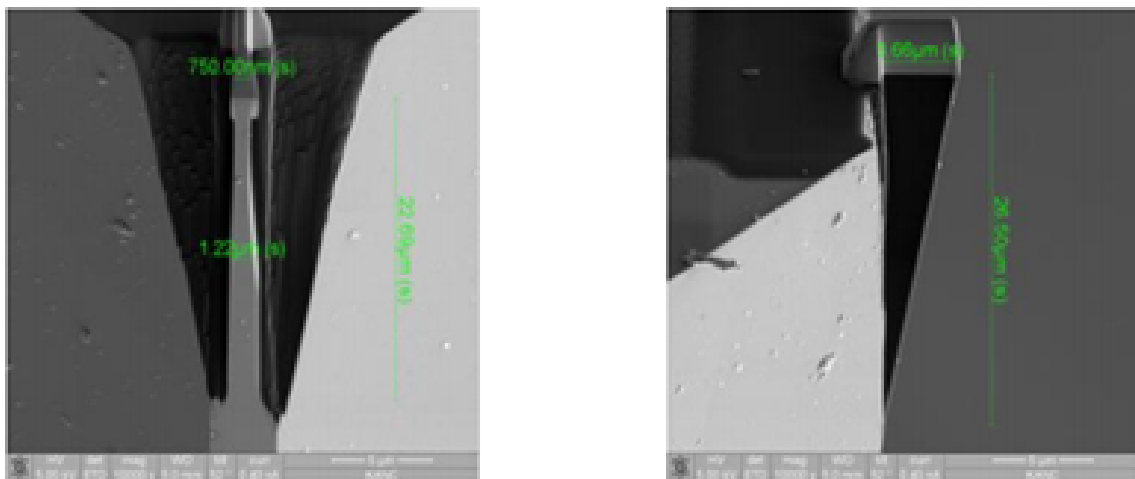


그림 5. FIB 가공 공정을 이용한 다이아몬드 Tool

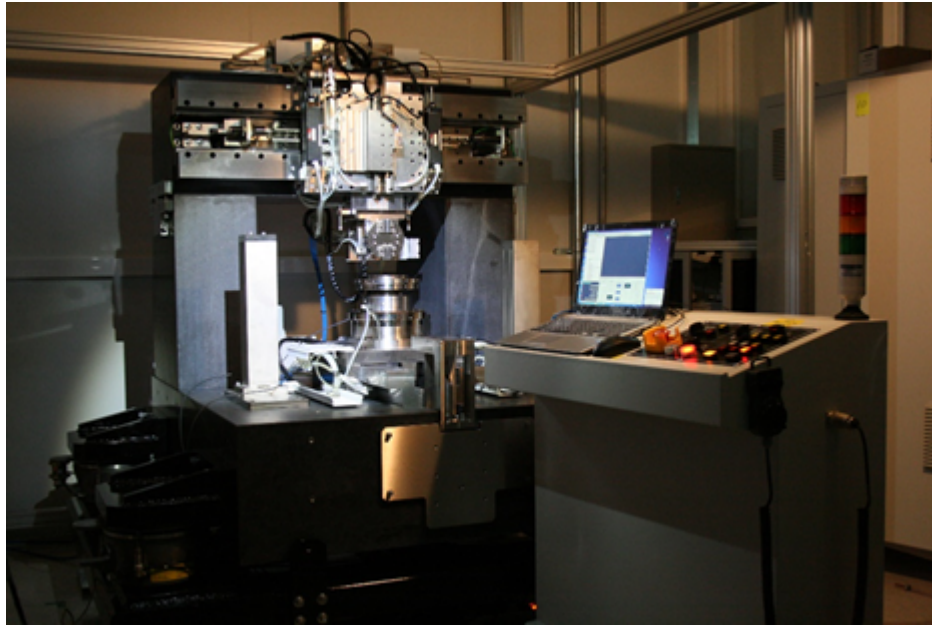


그림 6. 초정밀 5축 가공시스템

Work Size	200*150mm		Work Size	200*150mm	
X-axis	Stroke	270mm	X-axis	Stroke	270mm
	최소설정단위	0.001um		최소설정단위	0.001um
	이송속도	500mm/min		이송속도	500mm/min
Y-axis	Stroke	270mm	Y-axis	Stroke	270mm
	최소설정단위	0.001um		최소설정단위	0.001um
	이송속도	500mm/min		이송속도	500mm/min
Z-axis	Stroke	70mm	Z-axis	Stroke	70mm
	최소설정단위	0.001um		최소설정단위	0.001um
	이송속도	200mm/min		이송속도	200mm/min

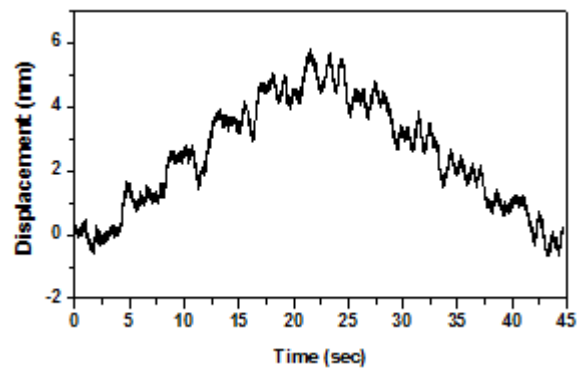
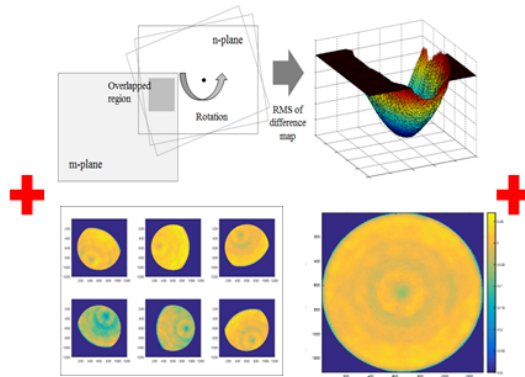


그림 7. 정전용량형 센서를 이용한 1nm 스텝 이송 응답 측정결과

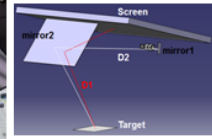
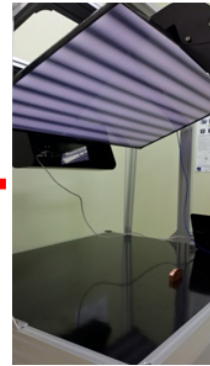


1. 자유곡면 측정기

-영역: 5 mm
-정밀도: 10 nm



2. 정합 알고리즘



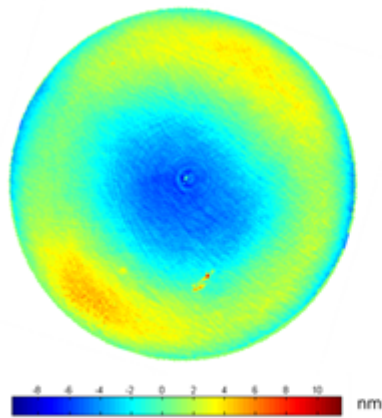
측정 대상



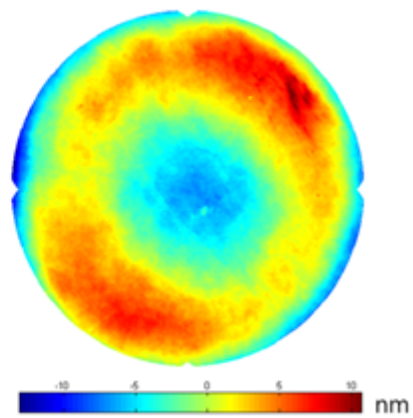
3. 편향법 기반 초기값 측정기

-영역: 300 mm
-정밀도: 1,000 nm

그림 8. 자유곡면 측정을 위한 파장변조 증밀리기 간섭계



(a)



(b)

그림 9. NIST와 국제비교 결과 (직경 300 mm에 대한 불확도 46 nm)