

물품사양서(입찰규격서)  
COMMODITY DESCRIPTION

1. 품명	원자힘 현미경		
2. 수량	1 set	3. 작성일	2021. 06. 21.
4. 물품분류번호	41111724		
5. 세부사양 (Specifications)			
A. 장비 특성 및 품질			
1. 원자현미경은 마이크로머시닝(Micromachining)으로 제작된 탐침을 시료표면에 가져갔을 때 생기는 원자간의 상호작용력을 측정			
2. 시료의 표면을 nm 단위 이하로 3차원적 형상 분석 함			
3. 대기중에서 극초정밀 분해능으로 도체, 반도체, 부도체등 모든 시료의 표면 관찰			
4. 수직(Z) 스캐너와 수평(XY) 스캐너를 분리하여 상호간섭 배제			
5. 측정 기능 :			
Contact AFM, True Non-contact AFM, LFM, Phase Imaging, Force vs. Distance curve, FMM, Nanoindentation, MFM, EFM, DC-EFM, KPFM, Sideband KPFM, PFM, DFRT-PFM Conductive AFM, 그리고 Temperature Control Stage.			
B. 상세규격			
1. 이미지 능력			
- 측정속도, 측정방향, 시료두께에 상관없이 어떠한 측정환경에서도 이미지 왜곡 없음			
- 측정 Resolution: 0.01nm 이하			
- Out-of-plane curvature: 1nm미만 (수직방향/소프트웨어 보정 없이, 40μm 측정 시)			
2. 기본장비 사양 및 성능			
1) 콘트롤 시스템			
- CPU & 메인 메모리 : Intel Core i5 3.x GHz, 8 GB RAM			
- 저장장치: 2 x 1 TB hard disk			
- 그래픽: Dual DVI, 1920x1080 pixel			
- 운영체제: 윈도우 10 Professional			
- X/Y/Z 콘트롤 회로: 3축 모두Closed-loop Feedback 위치제어			
- DSP 제어: 600 MHz DSP Control ( 4,800 MFLOPS )			
- Electrical Controller: 20 bit DAC for x,y,z scanner positioning, 24 bit ADC for x,y,z position sensor, Digital Q control.			
- 듀얼 23 인치 LCD 모니터			
- 7개의 입력단과 3개의 출력단이 하나의 보드에 장착			
- 외부 신호와의 동조를 위한 End-of-pixel, end-of-line, end-of-frame, cantilever modulation과 bias modulation 등 5개의 TTL 신호 출력단이 있음			
- 컴퓨터 / 콘트롤러 통신: TCP/IP 또는 USB			
2) AFM 스테이지 / 헤드 / 스캐너			
- 최대 샘플 사이즈: 100mm x 100mm ( 두께 : 최대 20mm )			
- 최대 샘플 중량: 500 g			
- 샘플 이동거리(XY): 최대 20mm x 20mm ( 고정밀 모터 스테이지 )			
- 최대 50μm 수평(XY) 스캐너: Closed-loop Feedback 제어			
* 수평(XY) 측정영역: 최대 100μm x 100μm			
- 분리형 수직(Z) 스캐너			
* 수직(Z) 측정 영역: 최대 30μm			
- 분리형 수직(Z) 스테이지 이동: 25mm			
- Z Resonant Frequency: 9KHz			

- XY & Z scanner: 5개의 Piezo Servo scanner 장착
- 캔틸레버 변형의 검출 방식: SLD ( Super Luminescent Diode ) 이용
  - \* 파장: 830 nm ( Coherent Length : 50 $\mu$ m 미만 )
- 캔틸레버 진동 주파수 : 최대 5MHz
- SPM 측정 기능
  - : Contact AFM, True Non-contact AFM, LFM, Phase Imaging, Force vs. Distance curve, FMM, Nanoindentation, MFM, EFM, DC-EFM, KPFM, Sideband KPFM, PFM, DFRT-PFM Conductive AFM, 그리고 Temperature Control Stage.
- 비디오 광학 현미경: 수직(Z) 스캐너 축에 일치 ( CCD 카메라 장착 )
  - \* 배율 : 780 배 이상 ( 19" LCD 모니터 상 )
  - \* 해상도 : 1M pixel ( 10X objective lens )
  - \* 디지털 인터페이스 : IEEE 1394
  - \* 관찰 영역 : 480 mm x 360 mm

### 3) 시스템 성능

- X/Y/Z 스캔 제어: 하드웨어 Closed-loop Feedback 제어
- Tip / 시료 접근: 5 Phase 스텝 모터 구동
  - \* Backlash-free harmonic gear reduction
- 레이저 빔 정렬: 광학경로에 방해물 없어서 캔틸레버에 손쉽게 정렬
- 캔틸레버 교환: 칩 마운트를 이용하여 손쉽게 교환가능
- 칩 캐리어 & 클립타입 프로브 핸드로 다양한 제조사의 캔틸레버 사용 가능
- 도브테일 헤드 마운트: 레일을 따라 이동함으로써 탈착 용이
- Step-and-Scan 기능
  - \* 사용자 지정 좌표들에서의 시료 표면 형상 자동 측정 기능.
  - \* Auto approach
  - \* Adaptive scan: dynamic scan rate 적용

### 4) 소프트웨어

- 데이터 수집/분석
  - \* 윈도우 기반 데이터 수집 및 이미지 처리
  - \* 기울기 및 굴곡 실시간 자동 보정
  - \* 동시에 최대 16 이미지를 얻음
  - \* 데이터 파일 형식: PNG / JPEG / Text files
  - \* 측정 이미지 크기: 64x64, 128x128, 256x256, 512x512, 1024x1024, 2048x2048, 4096x4096
- 이미지 처리
  - \* 푸리에 Power Spectrum 편집
  - \* Low Pass Filter / 보정
  - \* 1차-2차 다항식 곡선근사
- 데이터 분석
  - \* 라인 및 면적의 위치를 사용자가 직접 선택
  - \* 라인분석: Height(Min, Max, Mid, Mean, Range, RMS), Line Width, Angle, Line profile, Power Spectrum, Line Histogram
  - \* 면적 분석: Height(Min, Max, Mid, Mean, Range, RMS), Average Roughness, Grain Size Analysis, Histogram
- 프리젠테이션
  - \* 사용자가 채색을 직접 선택
  - \* 동시에 여러 개의 이미지 표시
  - \* 3-D 이미지 표시 및 서로 다른 이미지 중첩 표시
- 한글 지원

### 3. Phase Imaging ( Phase Detection Microscopy )

- 1) Topography / Phase 동시 측정
- 2) 사용자가 윈도우 화면에서 구동주파수 직접 선택 ( 0 ~ 3 MHz )
- 3) 샘플의 모든 위치에서 Phase 및 Amplitude Spectroscopy 측정
- 4) True Non-Contact Mode에서 측정
  - \* True Non-contact로 측정한 Tip diameter 반복 테스트 자료 필수.
- 5) Phase 측정 해상도:  $\pm 0.01^\circ$

- 6) Phase 범위: -10V (-180 degree) ~ +10V (+180 degree)
- 7) Oscillator 방식: 캔틸레버 Modulation
- 8) 적용 Mode: True Non-Contact AFM, MFM, FMM, SCM, EFM

#### 4. Lateral Force Microscopy ( LFM )

- 1) Lateral Force Microscopy / Topography 동시 측정
- 2) 캔틸레버의 측방향 비틀림을 이용하여 Lateral Force Microscopy 측정  
: 비균질성 및 경계면 효과에 의한 표면마찰
- 3) 적용 Mode: Contact AFM

#### 5. Force vs. Distance Curve

- 1) 수직(Z) 스캐너의 거리에 따른 샘플표면과 Tip 사이의 힘을 측정하여 F/D Curve 도출
- 2) 이미지상에서 사용자가 임의로 선택한 (x, y) 좌표에서 F/D Curve 측정
- 3) Pin Point Mode 지원 가능

#### 6. Electrostatic Force Microscopy (EFM), Electrostatic Force Modulation Microscopy, Scanning Kelvin Probe Microscopy and Piezoelectric Force Microscopy

- 1) 시료표면의 전위, 정전하 분포, Piezoelectric 응답분광, Piezoelectric 힘 분포 및 전하분포 측정
- 2) Lock-in Amplifier 사용
- 3) Topography와 EFM, KPFM, Sideband KPFM, PFM, DART-PFM, AC / DC EFM 등을 동시 측정
- 4) 적용 Mode
  - True Non-Contact Mode / Contact Mode
  - Electrostatic Force Modulation Microscopy 는 Contact Mode에서 측정
- 5) Frequency range : DC ~ 3MHz

#### C. 장비 설치 및 검수

1. 장비의 설치: 제작회사의 숙련된 기술자가 직접 방문하여 설치하고 검사한다.

#### D. 교육

- 장비와 관련한 교육은 별도로 사용부서와 협의하여 실시한다.
- 다음과 같은 교육은 별도의 협의가 없어도 필수적으로 수행되어야 한다.

#### E. 무상보증

- 장비의 무상보증기간은 1년으로 한다.
- 무상보증기간 내 정상적인 작동 상태에서 발생하는 모든 결함은 장비 공급자의 책임하에 무상으로 수리하여야 한다.

#### F. 서비스

- 무상 보증 기간 내 장비 공급자는 장비의 결함 발생 시  
사용자의 요청을 접수한 이후 36시간 이내에 현장에 도착하여야 하며  
도착 후 72시간 이내에 수리작업을 완료하여야 한다.
- 부품의 교체가 필요한 경우에는 그 부품의 정확한 공급 가능 시점을 확인하여  
사용부서에 통보하고 승인을 받아야 한다.

#### G. 기타

- 설치 및 시운전 : 공급사

#### H. 납기

- 계약 후 3

#### 6. Remarks

(1) Installation	공급업체
------------------	------

(2) Warranty	1년
(3) Training	공급업체
7. 기타사항 - 본 사양서에 언급되지 않은 사항은 일반 구매계약 기준에 따르며, 계약 후 별도 사항 발생 시 양방 협의를 통해 적용함. - 납품 제품은 상기 사양과 동등 또는 동등 이상일 것.	