

물 품 규 격 서

번호	품명 (국문, 영문)	단위	수량	물품분류번호	비고
1	전기화학 원자힘 현미경	set	1	4111172401	
	Electro-Chemical Atomic Force Microscope				

I. 장비 개요

- 본 장비는 원자 간 상호작용력을 이용하여 시료 표면의 형상 및 물성을 나노미터(nm) 수준에서 3차원으로 측정·분석할 수 있어야 한다.
- 대기, 액상 및 진공 환경에서 도체, 반도체, 절연체 등 다양한 시료의 표면 형상 및 물성을 측정할 수 있어야 한다.
- X, Y, Z축 Closed-loop Feedback 제어를 적용하여 높은 위치 재현성과 측정 정확도를 제공하여야 한다.
- XY 스캐너와 Z 스캐너를 독립적으로 구성하여 축간 간섭을 최소화하고 안정적인 이미징이 가능하여야 한다.
- 고속 스캐닝을 지원하여 신속하고 안정적인 표면 이미징이 가능하여야 한다.
- 다음의 이미징 및 분석 모드를 지원하여야 한다.

기본 모드

- Contact Mode
- True Non-contact Mode
- Tapping Mode
- Phase Imaging
- LFM (Lateral Force Microscopy)
- FMM (Force Modulation Microscopy)
- EFM (Electrostatic Force Microscopy)
- KPFM (Kelvin Probe Force Microscopy)
- Sideband KPFM
- PFM
- PinPoint Nanomechanical Mode
- MFM (Magnetic Force Microscopy)
- Nano-indentation

옵션 설치시 가용 모드

- CR-PFM / DFRT-PFM
- Force-Distance Curve
- C-AFM (Conductive AFM)
- SCM / SSRM
- Nano-lithography
- STM (Scanning Tunneling Microscopy)
- **EC-AFM (Electrochemical AFM)**
- SICM / SICM-SECM

※ 주요 기능 중 추가 옵션 장착 시 지원 가능한 것을 납품 후 교육시 설명 하여야 함.

II. 장비 요구 구성

Active Vibration Isolation System 및 Acoustic Enclosure를 기본 구성에 포함하여 장비 설치 환경에서 발생할 수 있는 진동, 소음 및 외부 환경 영향을 최소화할 수 있어야 한다. 또한, Controller PC, 데이터 처리 소프트웨어 및 이미지 분석 소프트웨어를 포함하여 장비 운용에 필요한 시스템을 기본 제공하여야 하며, Electrochemical Cell과 Potentiostat/Galvanostat의 연결에 필요한 케이블 및 부속품 일체를 포함하여 즉시 측정이 가능하여야 한다. 아울러, 장비 운용에 필요한 사용자 매뉴얼과 관련 부속품을 함께 제공하여야 한다.

A. 주장비(Main System)

1. 기본구성(Main System)

- AFM 컨트롤러 / 데이터 처리 시스템	1 set
- 최대 50 μ m x 50 μ m 수평(XY) 스캐너 : Closed-loop Feedback 제어	1 set
- 최대 15 μ m 수직(Z) 스캐너	1 set
- 20mm 고정밀도 모터 수평(XY) 스테이지	1 set
- 고해상도디지털 CCD 카메라 : 디지털 줌 가능	1 set
- SmartScan 데이터 수집/분석 및 측정지점 자동화 측정 소프트웨어	1 set
- SmartAnalysis 화상 이미지 처리 소프트웨어	1 set
- 실시간 CCD 카메라 영상 이미지 표현	1 set

B. 부속장비(Sub System)

1. Non Contact Silicon Cantilever	10 개
2. X, Y, Z 표준시료	1 개
3. Sample Disk	10 개
4. Enhanced EFM(EFM, KPFM, PFM 사용 가능)	1 set
5. Liquid Proband	1 개
6. Electrochemistry(EC) Cell	1 set
7. Potentiostat/Galvanostat	1 set
8. Acoustic Enclosure	1 set
9. Active Vibration Isolation System	1 set
10. Connection Cable 및 설치 부속품 일체	1 set
11. 사용자 매뉴얼(국문 및 영문)	1 set

III. 성능 및 규격 제안

1. 이미징 성능

- 1) 다양한 측정 환경(대기, 액상, 진공)에서 안정적이고 재현성 있는 이미징이 가능하여야 한다.
- 2) Z축 분해능은 0.01 nm 이하이어야 한다.
- 3) Out-of-plane Curvature는 1 nm 미만(40 μ m 측정영역 기준, 소프트웨어 보정 없이)이어야 한다.

2. 기본장비 사양

1) Controller System

- Processor : Intel Core i5급 이상
- Memory : 16 GB 이상
- Storage : SSD 512 GB 이상
- Operating System : Windows 11 Professional 이상
- X/Y/Z축 Closed-loop Feedback 제어
- DSP Controller(600 MHz 이상)
- 20-bit DAC 및 24-bit ADC 이상
- TCP/IP 통신 지원
- Dual Monitor 포함

2) AFM Stage / Scanner

- 최대 시료 크기 : 100 × 100 mm 이상
- 최대 시료 두께 : 20 mm 이상
- 최대 시료 중량 : 500 g 이상
- Motorized XY Stage : 20 × 20 mm 이상
- XY Scan Range : 50 × 50 μm 이상
- Z Scan Range : 15 μm 이상
- X/Y/Z축 Closed-loop Feedback 제어
- SLD(830 nm) 레이저 검출 방식
- Cantilever Resonance Frequency : 5 MHz 이상
- CCD Video Microscope 포함

3) 시스템 성능

- X/Y/Z축 Closed-loop Scan Control
- Auto Tip Approach 기능
- Cantilever 간편 교체 기능
- 다양한 규격의 Cantilever 사용 가능
- Step-and-Scan 기능 지원
- Adaptive Scan 기능 지원

4) 소프트웨어

- 데이터 수집 및 분석 기능
- 실시간 Tilt 및 Curvature 보정
- 2D·3D 이미지 분석
- Roughness, Grain Size, Histogram 분석
- Fourier Spectrum 분석
- 저장 형식 : PNG, JPEG, TXT
- 최대 4096 × 4096 Pixel 지원
- 한글 지원

* 측정 이미지 크기(pxl): 64x64, 128x128, 256x256, 512x512, 1024x1024, 2048x2048, 4096x4096

5) 진동 차단 시스템

- Active Vibration Isolation System
- 진동 차단 주파수 : 1 ~ 1,000 Hz
- 진동 차단 성능 : -40 dB 이상
- Acoustic Enclosure 포함
- 압축공기 없이 운용 가능

3. 필수 이미징 모드

1) Phase Imaging

- Topography 및 Phase 동시 측정
- True Non-contact Mode 지원
- Phase Resolution : $\pm 0.01^\circ$ 이하
- Amplitude Spectroscopy 지원

2) Lateral Force Microscopy (LFM)

- Topography와 Lateral Force 동시 측정
- Contact Mode 지원

3) Force vs. Distance Curve / PinPoint Nanomechanical Mode

- Force-Distance Curve 측정
- 임의 위치 Force Curve 측정
- PinPoint Nanomechanical Mode 지원

4) EFM / KPFM / PFM

- EFM, KPFM, Sideband KPFM 지원
 - PFM, CR-PFM, DFRT-PFM 지원
 - Lock-in Amplifier 적용
 - Topography와 동시 측정
 - 주파수 범위 : DC ~ 3 MHz
- 5) Liquid Probe Holder
- 액상 환경 측정 지원
 - PEEK 재질
 - 사용 가능 pH : 5 ~ 9
- 6) Electrochemical Cell
- 4전극 방식
 - PEEK Cell Body 및 FFKM O-ring 적용
 - 시료 크기 : Ø12 ~ 38 mm
 - 최대 시료 두께 : 5 mm
 - 최소 작동 부피 : 2 mL
- 7) Potentiostat/Galvanostat
- Linear Scan Voltammetry(LSV)
 - Cyclic Voltammetry(CV)
 - Chronoamperometry(CA)
- 8) Nano Indentation
- Tip Stiffness : 350 N/m
 - Load Resolution : 1 nN
 - 최대 이동거리 : 12 μ m
- 9) Force Modulation Microscopy(FMM)
- 시료의 기계적 강성 측정 지원
- 10) Step Scan
- 사용자 지정 위치 기반 자동 측정 기능 지원

IV. 기타 조건

1. 보증
 - 1) 장비 검수 완료일로부터 1년 이상의 무상보증을 제공하여야 한다.
 - 2) 무상보증 기간 동안 장비의 정상적인 사용 중 발생한 고장에 대하여 무상 수리 및 부품 교체를 지원하여야 한다.
2. 장비 설치 및 검수
 - 1) 장비 설치 전 설치 장소에 대한 진동, 소음 및 설치 환경을 사전 점검하여야 하며, 필요 시 설치 환경 개선 방안을 제시하여야 한다.
 - 2) 장비는 제조사 또는 제조사에서 인증한 전문 기술자가 직접 설치 및 성능 검수를 실시하여야 한다.
 - 3) 장비 설치에 필요한 모든 부속품, 케이블 및 소모품은 공급자가 제공하여야 한다.
3. 교육
 - 1) 장비 설치 완료 후 사용자 교육을 설치 장소에서 사용자와 일정 조율 후 실시하여야 한다.
 - 2) 장비의 운용, 유지관리 및 기본 데이터 분석에 대한 교육을 포함하여야 한다.
 - 3) 교육에 필요한 매뉴얼(국문 또는 영문)을 제공하여야 한다.
4. 기술지원 및 A/S
 - 1) 제조사 또는 공식 공급사의 전문 엔지니어를 통한 기술지원을 제공하여야 한다.

- 2) 장비 장애 발생 시 신속한 원인 분석 및 유지보수 서비스를 제공하여야 한다.
- 3) 장비 운용에 필요한 소프트웨어 업데이트 및 기술지원을 제공하여야 한다.

5. 제출 서류

- 1) 장비 설치 완료 후 시험성적서 또는 성능검사 결과를 제출하여야 한다.
- 2) 장비 사용설명서 및 유지관리 매뉴얼을 제공하여야 한다.

6. 기타

- 1) 본 규격서에 명시되지 않은 사항이라도 장비의 정상적인 설치 및 운용에 필요한 사항은 공급자가 포함하여 제공하여야 한다.