

# Principles and Application of Nano view

---

2013. 12. 31.

Jin Sik kim

UNIST Central Research Facilities (UCRF)



# 1. Machine Specification



회사명 : Nano systems  
model : NV-3000

-Interferometry Objective 5Lens

- n 5lens
- l 5lens
- l 10lens
- l 20lens
- l 50lens

-Scan Range : 0~180 $\mu$ m

-Vertical Resolution :

Wsi:<0.5nm/ PSI : <0.1 nm

Lateral Resolution : 0.2~4 $\mu$ m

-Tip / Tilt :  $\pm 6^\circ$

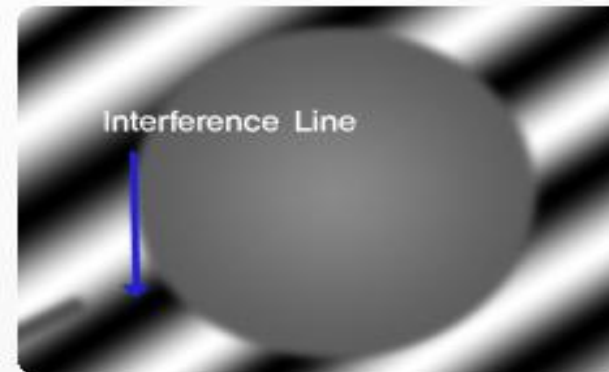
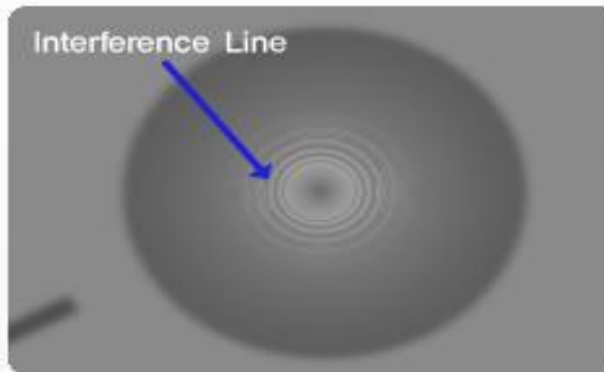
-Workpiece Stage : 400X500mm

## 2. Measurement Principle

### 광 위상 간섭의 기본 원리

광위상란방법과 백색광 주사간섭법은 서로 다른 측정 원리를 가지지만 다중 파장과 단색 파장을 이용하는 점을 제외하고는 동일한 광학 및 측정 시스템에서 구현할 수 있으므로 상용화된 측정 시스템에서는 이 두 측정법을 같이 이용할 수 있다. 이 두 측정법의 공통적인 특징은 간섭 신호를 이용하는 점이다. 간섭 신호란 입사의 기준점에서 동시에 출발한 광이 각기 다른 광 경로(optical path)를 이동한 후 합쳐질 때 두 광이 지난 거리차(optical path difference)에 따른 물리적 현상이 빛의 밝고 어두운 형태로 표현되는데 이를 간섭 신호라 한다.

이중 한 개의 광을 기준광이라고 하며 이 광은 고품위로 가공된 기준면(reference plane)에 입사 되고 다른 광은 측정광이라고 하며 측정하고자 하는 면에 조사 시킨다. 기준면은 완벽한 평면으로 정의할 수 있으므로 백색광 및 광 위상 간섭계의 카메라를 통하여 획득되는 영상의 간섭 신호는 이 기준면에 대한 상대적인 높이 정보를 포함하고 있게 된다. 이러한 개념에서 보면 간섭 신호란 등고선과 동일한 의미를 지닌다. 지도에서 등고선이란 같은 높이를 가진 지형을 이어주는 선이므로 측정면의 간섭 신호도 기준 평면에 대하여 동일한 높이를 가진 지점을 이어준 물리적 현상으로 이해하면 쉽다.



위의 그림은 이러한 간섭 신호의 예를 보여준다. 보이는 측정면은 gold코팅 된 평면 위에 구 형태의 패턴을 제작한 것이다. 그림의 좌측은 이 구형 패턴 위에서 나타나는 간섭 신호를 보여주고 우측 그림은 바닥인 평면에서 발생하는 간섭 신호의 형태를 보여준다.

진술한 바와 같이 간섭 신호란 등고선과 같은 개념이므로 구형의 패턴에서는 그림과 같이 동근 형태의 간섭 신호가 발생하고 평면에서는 직선 형태의 간섭 신호가 발생하게 된다. 이러한 간섭 신호는 사용하는 광원의 파장과 밀접한 관계를 가지는데, 일반적으로 간섭 신호 간격 즉 간섭 신호의 주기는 사용하는 광원 파장의 반 파장에 해당한다. 그러므로 그림에서 보이는 간섭 신호간 간격은 광원이 600nm이므로 대략 300nm 간격으로 나타난다. 이러한 점을 이용하면 간섭 신호 영상에서부터 직관적으로 대략적인 측정면의 높이 분포를 짐작할 수 있게 된다.

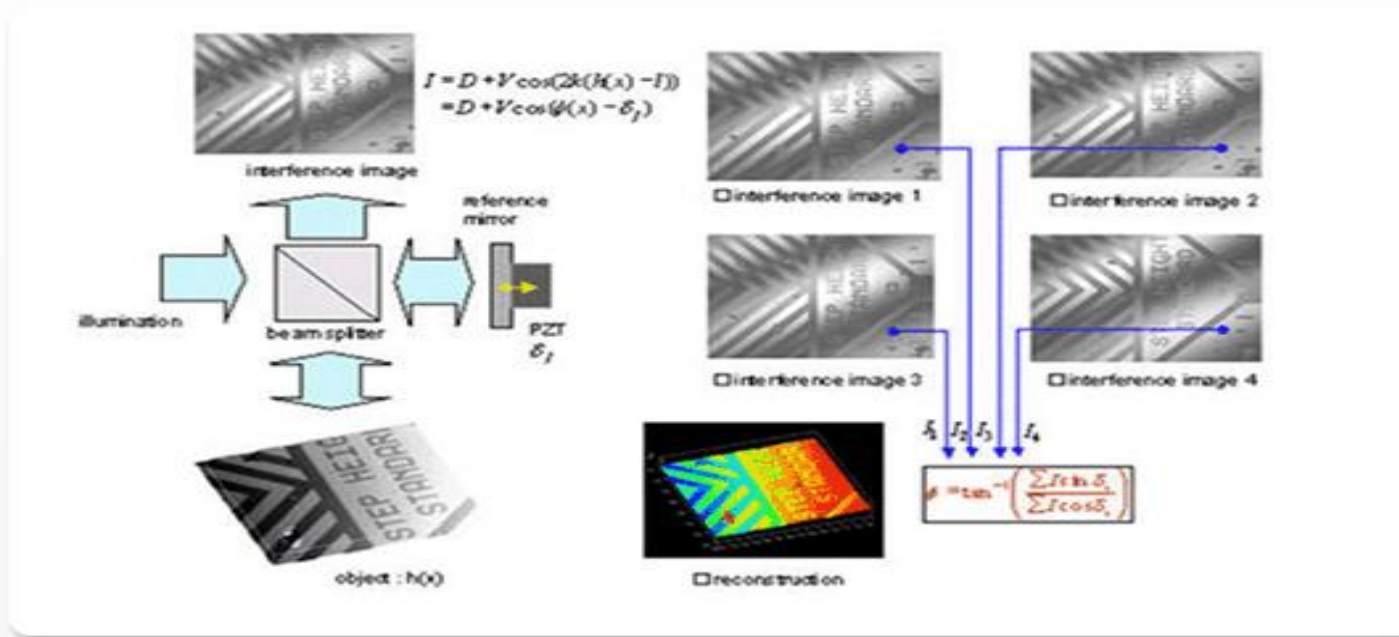
백색광 및 광 위상 간섭계는 이러한 기본적인 간섭 신호의 원리를 디지털 회로 처리 기술을 이용하여 더욱 세분하여 해석함으로써 측정면의 삼차원 형상을 측정할 수 있다.



# 2. Measurement Principle

## 광 위상 간섭법

아래의 그림은 광 위상 간섭법의 측정 원리를 보여준다. 그림의 좌측에는 기본 원리가 도시 되어 있는데 표시된 바와 같이 단색 파장의 조명광을 각각 기준면과 측정면에 조사한 후 광 분할기를 이용하여 합치면 그림에서 보는 측정면의 영상과 줄무늬의 간섭 신호가 획득된다. 광 위상 간섭계에서는 이러한 간섭 신호 영상을 복수개 획득한 후 각 화소(pixel)에서 발생하는 간섭 신호의 위상(phase)를 계산함으로써 높이를 측정하는 원리이다. 초기의 간섭 측정법은 간섭 신호 추적법이라고 하여 앞에서 설명한 바와 같이 간섭 신호의 간격이 300nm인 점과 그 사이의 간섭 신호 변화는 조화 함수로 보간하여 간접적으로 간섭 신호의 위상을 계산하는 방법이었다. 이 방법은 측정면이 복잡한 구조를 가질 경우 간섭 신호 추적이 불가능하며, 보간법을 이용하므로 측정 오차 및 분해능에서 상당한 제약점을 가졌다. 그러나 간섭 신호 해석법에 있어서 위상 천이법(phase shifting method)가 개발되면서 nm 이하의 측정 분해능을 구현하였다.

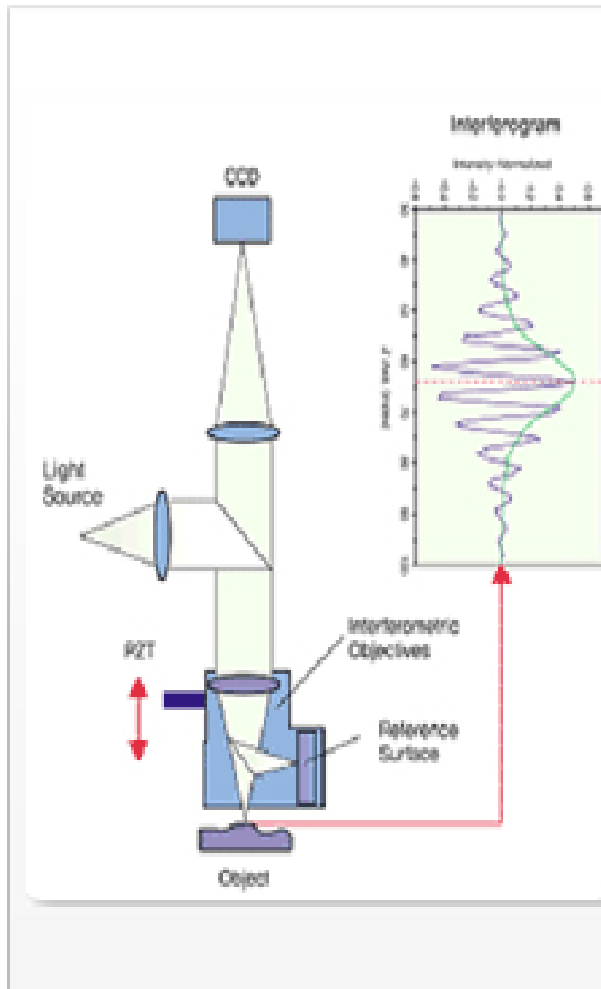


광 위상 간섭법의 측정 원리

이 방법은 간섭 신호의 위상을 강제로 이동시키는 방법으로서 그림에서 보듯이 기준 미러에 PZT 구동기와 같은 미세 구동기를 장착하여 기준면을 이동시키면서 여러 장의 간섭 신호를 획득하고 이로부터 영상내의 각 측정점에서의 간섭 신호의 형태와 높이와의 수학적 관계를 해석하고 된다. 그러나 이 방법은 빠른 측정 속도, 높은 측정 분해능 등의 장점을 가지지만, 위상천이 알고리즘의 가장 취약한 단점은  $2\pi$ 의 모호성으로 인하여 인접한 두 측정 점의 높이차가 광원 파장의 1/4 이상일 경우에는 측정 오차가 발생하는 단점을 가진다.

## 2. Measurement Principle

### 광 위상 간섭법



백색광 주사 간섭법은 이러한 광 위상 간섭법의 단점을 극복하고 nm오더의 높은 분해능을 가지는 새로운 측정법으로 1990년대 이후부터 사용화되기 시작하였다. 그림은 백색광 주사 간섭법의 원리를 보여준다. 이 방법은 전술한 광 위상 간섭법과는 달리 다중 파장의 광이 가지는 짧은 결맞춤 (coherence) 길이를 이용한 방법이다. 결맞춤 길이란 사용하는 광원의 특성으로 간섭 신호가 발생하는 광경로(optical path) 길이를 의미하며 기준광과 측정광이 지나는 물리적인 거리차로 표현된다. 레이저와 같은 광원은 이 결맞춤 길이가 수 km에 해당하여 어떠한 상황 하에서도 간섭 신호를 쉽게 얻을 수 있지만, 텅스텐 할로겐 램프와 같이 다중 파장(이하 백색광)의 빛은 여러 빛에 의한 간섭 신호들이 서로 상호 작용을 하기 때문에 대략 3~4 $\mu\text{m}$ 이내의 거리차에서만 간섭 신호가 발생하는 특징을 가진다.

백색광 주사 간섭계는 백색광의 이러한 짧은 결맞춤 길이를 이용한 것으로, 쉽게 생각하면 카메라의 자동 초점 기능과 유사하다. 카메라에서는 자동 초점을 카메라 영상의 선명도(contrast)를 이용하며, 백색광 주사 간섭계에서는 각 화소에서 발생하는 간섭 신호를 이용한다. 그림에서 보듯이 프로브 시스템이 광축 방향으로 수십 nm의 미소 간격으로 이동하면서 영상내의 모든 화소에서의 간섭 신호 발생 여부를 점검한다. 임의 화소점에서의 높이는 간섭 신호가 최대로 커지는 위치로 설정되며, 이를 전체 영상내의 화소에 대하여 수행함으로써 3차원 형상을 산출하는 방법이다.

# 3. 장비 기본 조작



Fig.1 장비 On상태의 모습

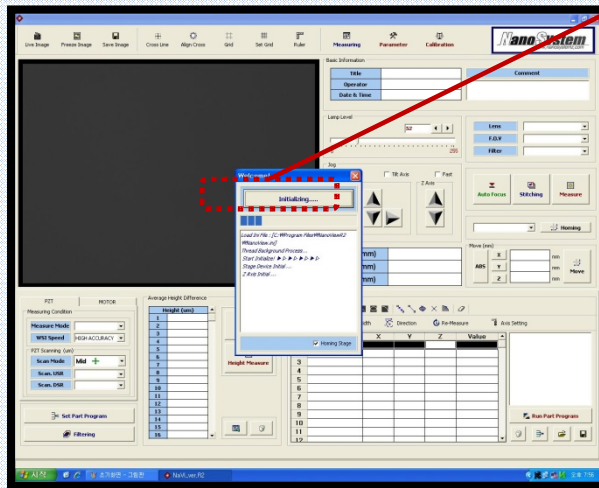



Fig.2 Initializing 실행 모습

1. 장비의 On 스위치를 켜다
2.  Nano view 아이콘을 클릭하여 s/w실행

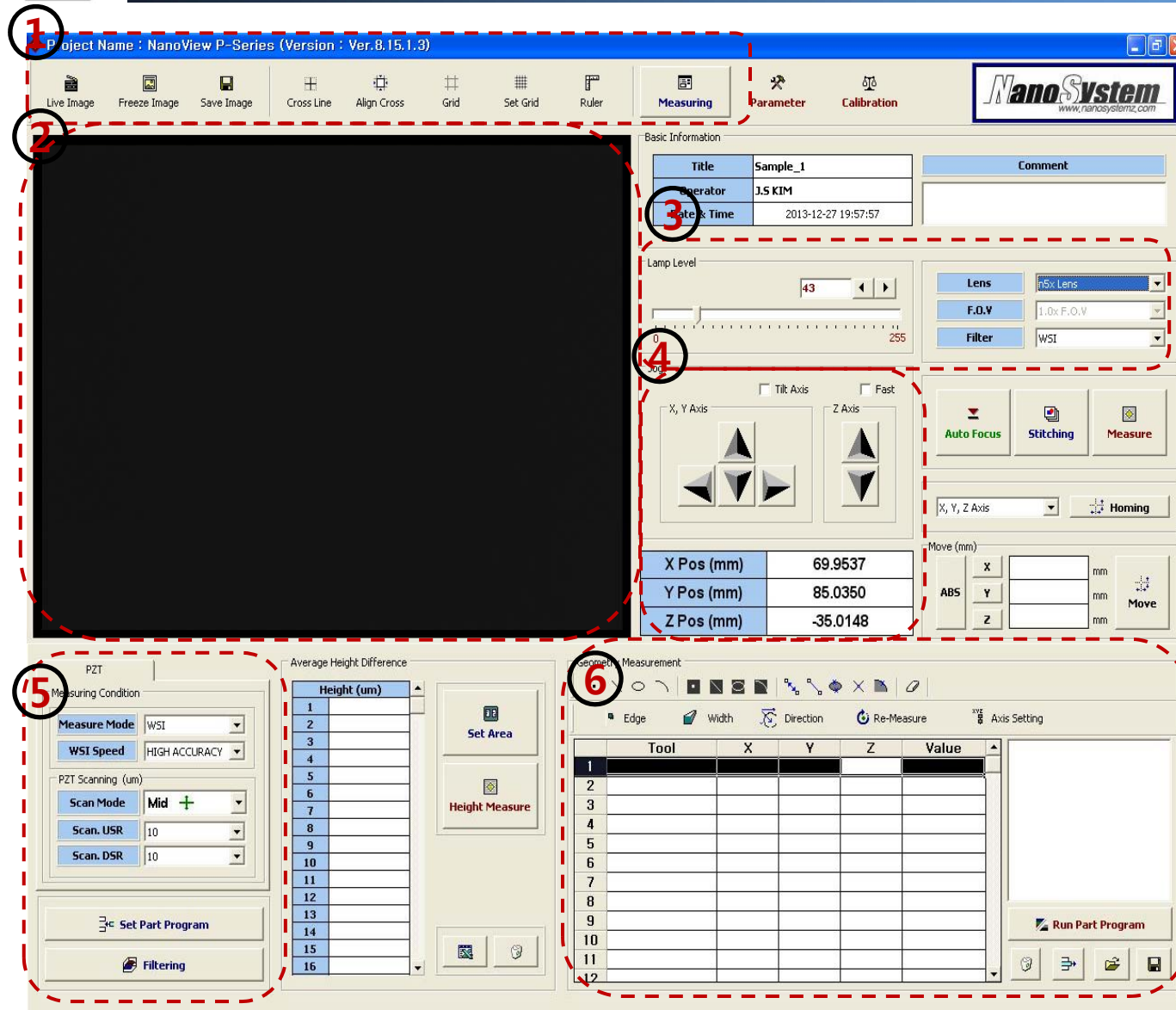
Initializing.....

3. Initializing..버튼을 클릭하여 실행한다.  
버튼 클릭 후 스테이지 이동 및 렌즈의 원점 복귀하게 된다.





# 4. S/W 각 부위별 명칭

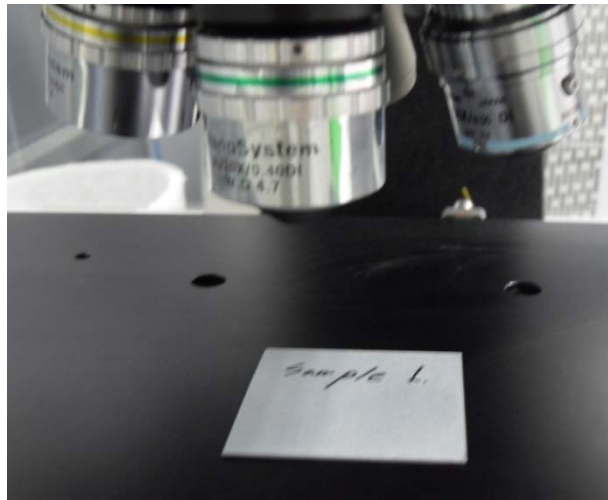


1. Main Menu 창
2. 영상 정보 창
3. 렌즈 설정 창
4. CMM 창
5. 3D 측정 설정 창
6. 2D 측정 및 파트 프로그램 창

Fig.3 Initializing 완료 후 초기 S/W 화면



# 5. 측정 설정 방법



Lens	i5x Lens
F.O.V	1.0x F.O.V
Filter	WSI

Lamp Level

44

0 255

Jog

Tilt Axis  Fast

X, Y Axis

Z Axis

X Pos (mm)	84.3259
Y Pos (mm)	82.3356
Z Pos (mm)	-64.6222

## 측정 순서

1. 측정 샘플을 베드 중앙에 놓는다.
2. 샘플에 알맞은 렌즈를 선택한다.
3. 렌즈 선택 후 렌즈에 알맞은 램프 레벨을 선택한다.  
(포커싱 이후 한번 더 램프 레벨 값을 조절한다.)
4. X,Y 조절하여 측정 부위에 맞게 조정 후 Z값을 조절한다.  
(이때 FAST을 해제하면 더욱 정밀하게 조절할 수 있다.)
5. 초점이 최대로 선명해질 때까지 조절을 한다.

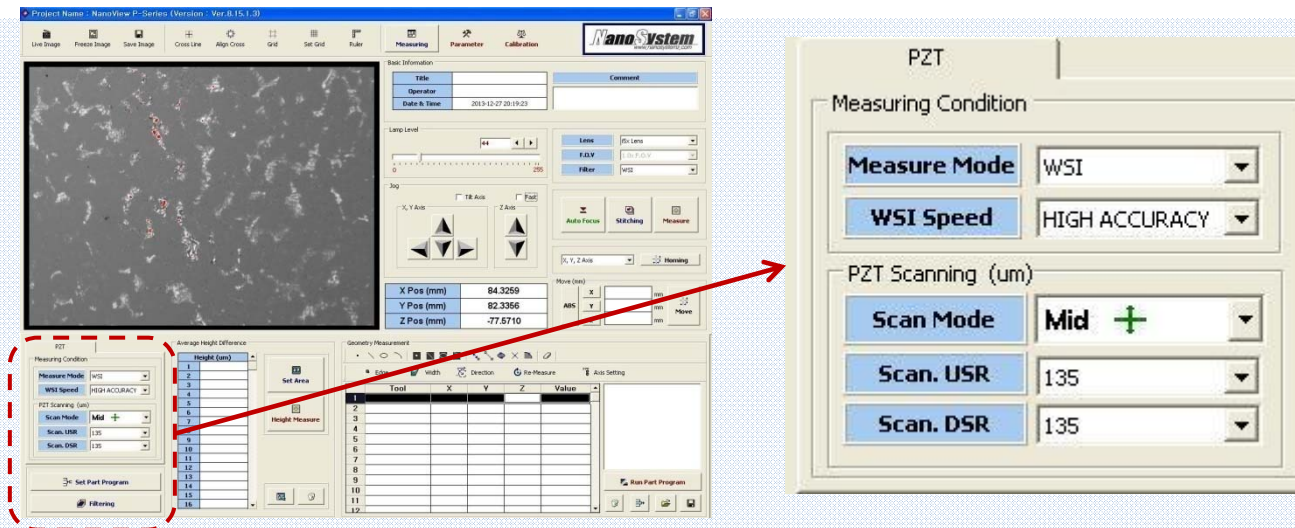
### ● 적정 램프 레벨

렌즈	램프 값
i 5X lens	40~45
I 10X lens	45~50
I 20X lens	50~60
i 50X lens	62~72





# 6. 세부적 측정 방법



\*USR : Up Scan Range  
\*DSR : Down Scan Range

FIG. AUTO FOCUS 완료 모습.

## 측정 순서

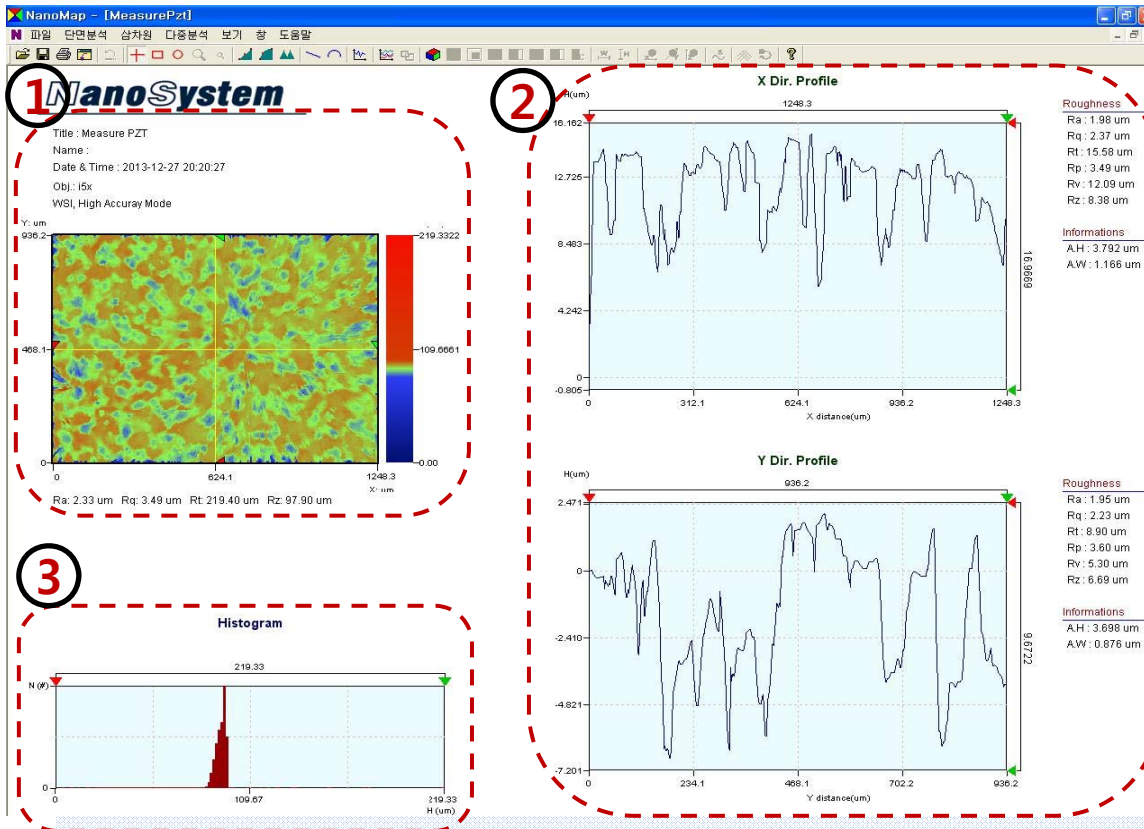
6. 3D측정 창에서 Scan Mode를 UP, Mid, Down중에서 선택을 한다.
7. 측정샘플의 높이를 고려하여 스캔 범위를 정한다.  
(이상적 측정을 위하여 샘플 범위와 스캔범위는 가깝게 유지한다.)
6. Z축의 FAST를 해제하여 한번 더 초점을 맞춘 후 Auto Focus버튼을 눌러 초점을 보정한다.
7. Auto Focus 완료 후 Measure 버튼을 누른다.

### Scan Mode 범위 값

Mode	USR	DSR
Up	5~260	-
Mid	5~135	5~135
Down	-	5~260



# 7. 분석 창 설정 방법

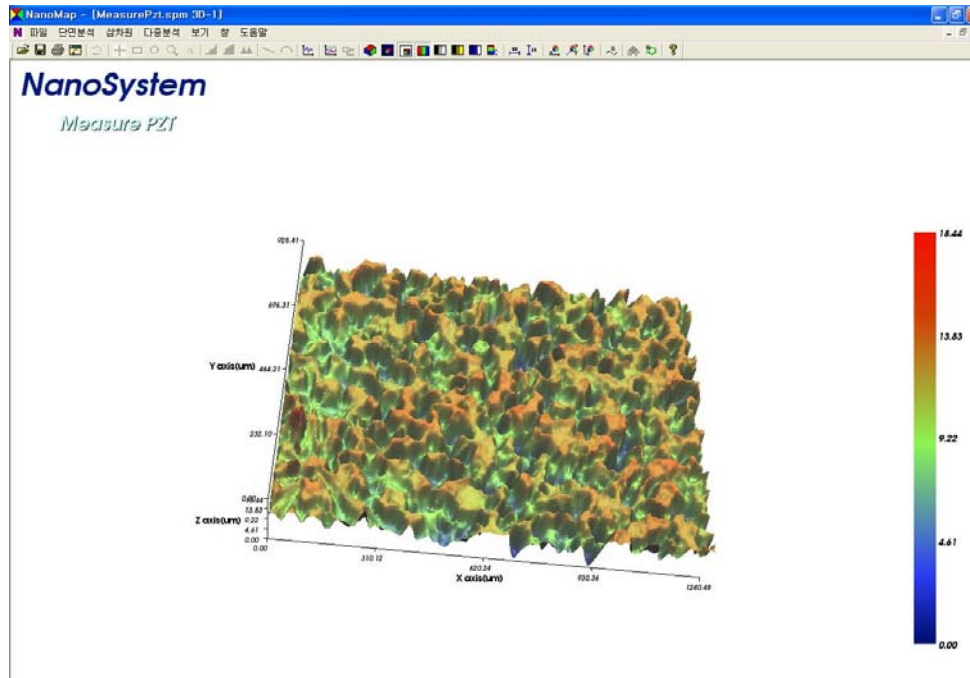


1. 정보 및 측정 결과 창
2. 수평/수직 단면 창
3. 히스토그램 창

1. 정보 및 측정 결과 창 : 측정자의 제목 및 이름 측정의 대한 정보를 나타내며 측정 결과 창에 측정부분의 길이 및 평균 거칠기 값이 명시되며 삼각 셀을 조정하여 세부적인 부분의 값을 나타낼 수 있다.
2. 수평/수직 단면 창 : 측정 결과 창에서 조정한 부분의 수평/수직에 대한 내용의 거칠기 값 및 길이의 값을 알 수 있다.
3. 히스토그램 창 : 측정결과 창에 나타난 영역에 대한 높이 분포도를 나타낸다.

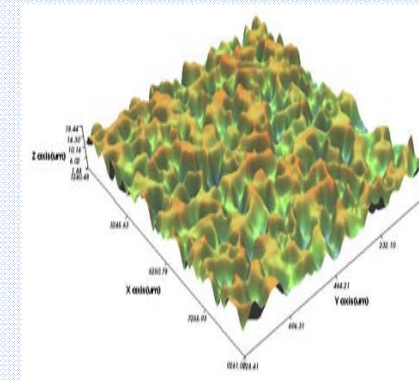
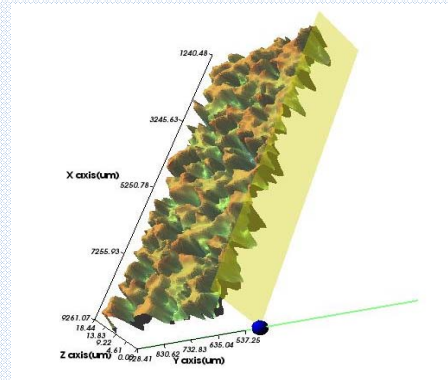
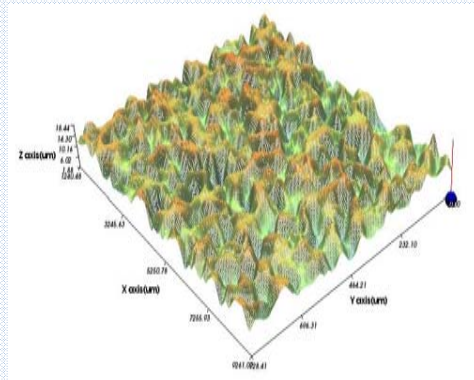


# 8. 3D 분석 창 기능



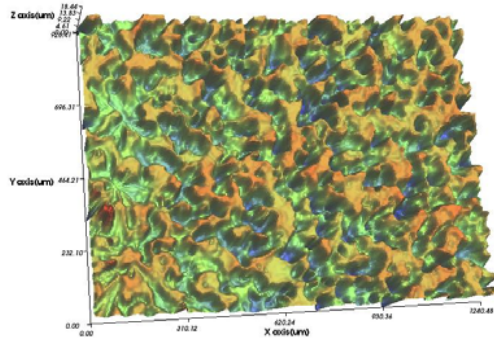
## 3D 분석창의 기능

- X,Y,Z의 자르기 기능
- 샘플의 길이 및 높이 측정
- 샘플의 컬러 변경
- 측정 샘플의 스무딩 기능
- Surface mesh기능
- 줌 기능 및 각 축의 회전 기능



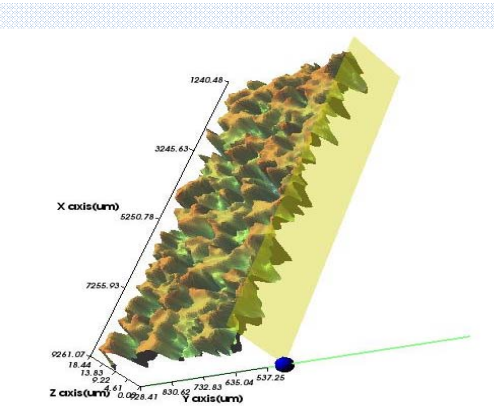


# 9. 3D 분석 창 세부 기능



## ● 줌 기능 및 각 축의 회전 기능

-회전하고 싶은 부분을 마우스 클릭으로 회전 할 수 있다.  
 줌 기능의 경우 오른쪽 버튼을 누른 상태에서 앞뒤로 조절하여 줌 인/아웃 할 수 있다.

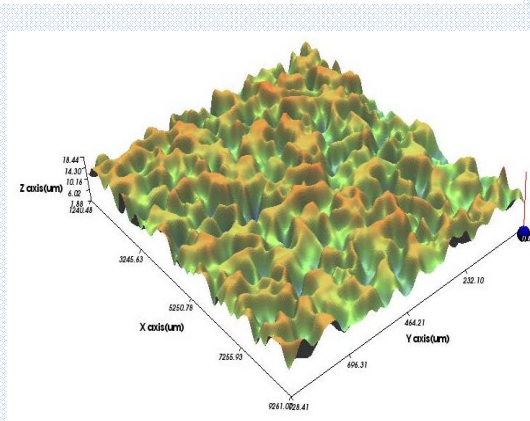


## ● X,Y,Z의 자르기 기능

-자르고 싶은 축의 아이콘을 선택하면 파란 공이 나타나게 된다 이때 파랑 공을 클릭하여 섹션을 조절할 수 있다.

## ● 샘플의 길이 및 높이 측정

-측정 아이콘 선택 후 측정 부위의 클릭하여 높이 및 길이를 알 수 있다.



## ● Surface mesh기능

-메쉬 아이콘 선택 후 메쉬 형태 변경

## ● 측정 샘플의 스무딩 기능

-스무딩 아이콘 선택 후 스무딩 기능 적용



Thank You