

# 回折光干渉型XYZ3軸サーフェスエンコーダに関する研究

## XYZ 3-axis displacement sensor based on interference of diffracted beams

ナノ計測制御学分野  
Nano-metrology and Control Lab.

### 研究背景

#### 精密位置決め技術の要求

ステージのフィードバック制御にはXYZ3軸の変位計測が必要

#### [従来の3軸変位計測方法]

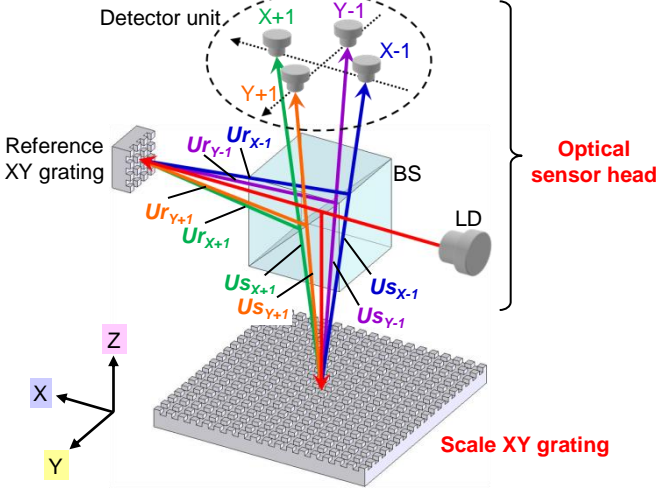
1軸の変位センサを組合せ計測  
→ 計測システムが**複雑**  
→ 計測点の違いによる**アッペ誤差**



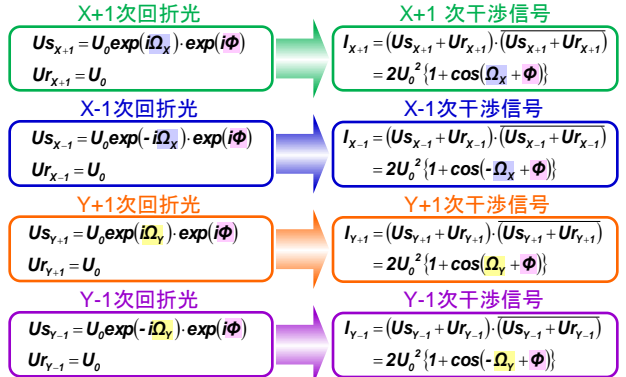
#### [3軸サーフェスエンコーダ]

1つの計測点でXYZ3軸の変位を計測  
→ 計測システムの**単純化**  
→ 1つの計測点により**アッペ誤差を回避**

### 3軸変位検出原理



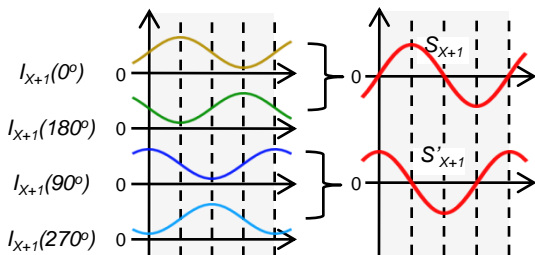
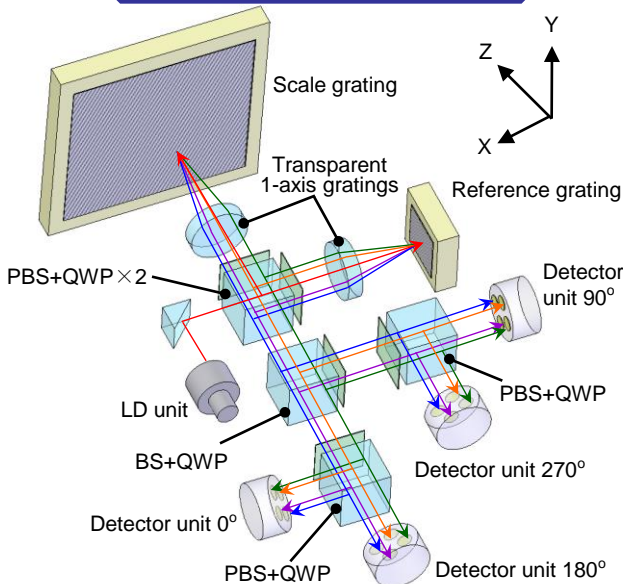
2枚の格子からのX+1, X-1, Y+1, Y-1次回折光はPBS上で重ね合わされ干渉信号が生成される。



$\Omega_x = \frac{2\pi}{g} \Delta x$ ,  $\Omega_y = \frac{2\pi}{g} \Delta y$ ,  $\phi = (1 + \cos\theta) \cdot \frac{2\pi}{\lambda} \Delta z$   
 $g$ : 格子ピッチ  
 $\lambda$ : レーザー波長  
 $\theta$ : 1次回折角

2枚の回折格子からのXY±1次の回折光を干渉させ、その干渉信号からXYZ3軸の変位を分離して求める。

### 3軸サーフェスエンコーダ



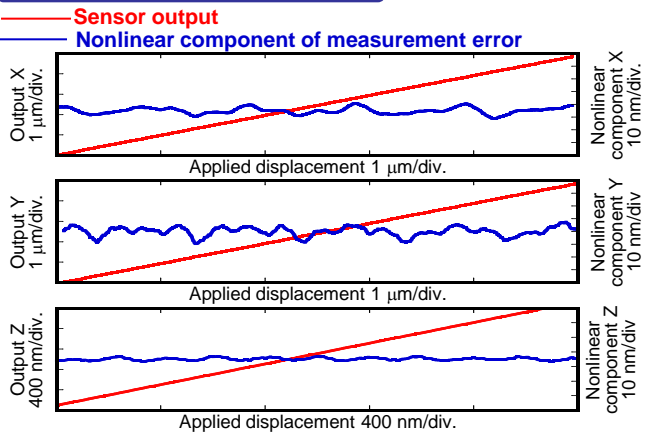
$$S_{X+1} = \frac{I_{X+1}(0^\circ) - I_{X+1}(180^\circ)}{I_{X+1}(0^\circ) + I_{X+1}(180^\circ)}$$

$$S'_{X+1} = \frac{I_{X+1}(90^\circ) - I_{X+1}(270^\circ)}{I_{X+1}(90^\circ) + I_{X+1}(270^\circ)}$$

干渉信号から、2相の出力信号S,S'を演算する。

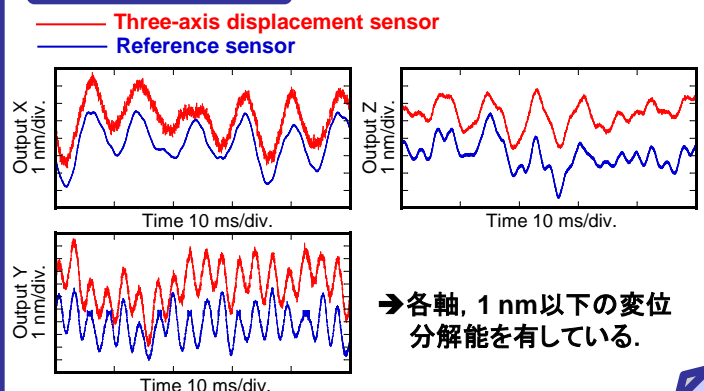
### 実験結果

#### 測定誤差 Measurement error



●測定誤差の非線形成分 → XY±10 nm, Z±3 nm.

#### 分解能 Resolution



→各軸、1 nm以下の変位分解能を有している。