

3軸角度センサに関する研究

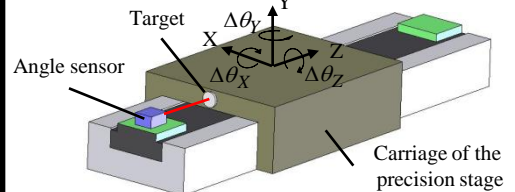
ナノ計測制御学分野 / Nano-Metrology and Control Lab.

研究の背景

超精密位置決め装置の角度誤差計測の要求

- ・高精度光学素子の利用拡大や半導体プロセスの微細化に伴って、超精密加工機や半導体露光装置などの超精密機械にはSub-nmオーダの超精密位置決めが要求されている。
- ・リニアステージ等の精密位置決め装置の運動誤差の中で、ステージの姿勢変化による角度誤差は位置決め誤差の一因となるため、姿勢変化を高精度に計測し、制御する必要がある。

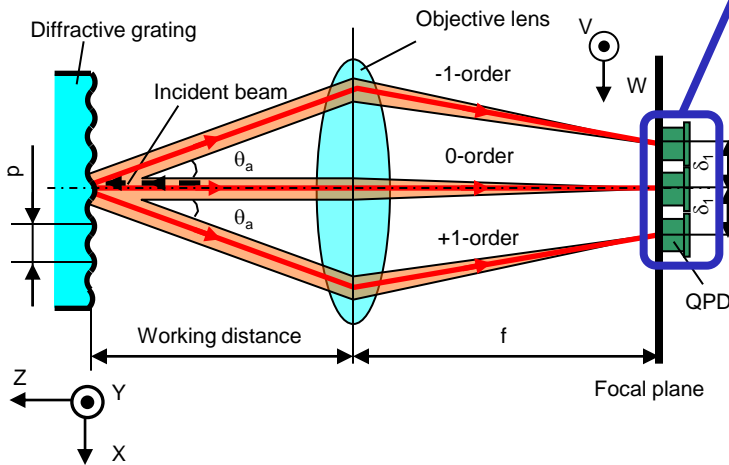
研究の目的



精密位置決め装置の微小角度誤差を高速・高感度に検出する3軸角度センサの開発

原理

回折格子からの回折光と4分割フォトダイオード (QPD) による光スポット変位検出を組み合わせたレーザーオートコリメーション法を採用した3軸角度変化の一括検出



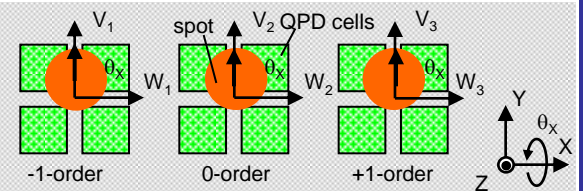
センサ感度はレンズの焦点距離に依存しないため、焦点距離を拡大することなく高感度化が可能

$$S_{\theta_z} \propto \frac{D}{p} \quad S_{\theta_x}, S_{\theta_y} \propto \frac{D}{\lambda}$$

S_{θ} : Sensitivity
 D : Beam diameter
 p : Pitch of the grating
 λ : Wavelength

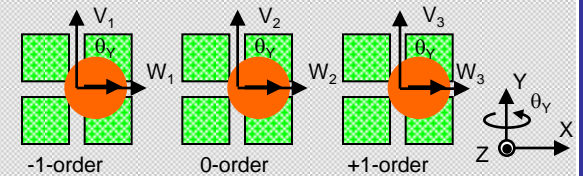
Rolling (θ_x)

$$\theta_x = V_{-1out} = V_{0out} = V_{+1out}$$



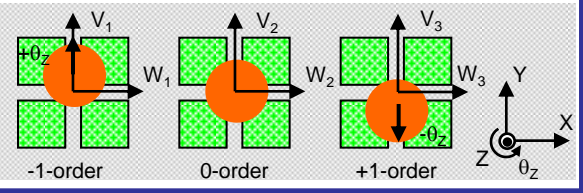
Pitching (θ_y)

$$\theta_y = W_{-1out} = W_{0out} = W_{+1out}$$



Yawing (θ_z)

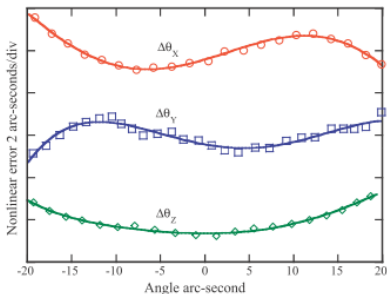
$$\theta_z = (V_{-1out} - V_{+1out}) / 2$$



$V_{-1out}, V_{+1out}, V_{0out}$: V-axis direction outputs. $W_{-1out}, W_{+1out}, W_{0out}$: W-axis direction outputs

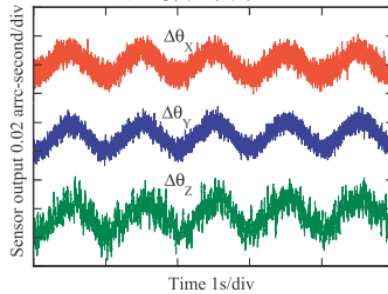
実験結果

非線形誤差評価



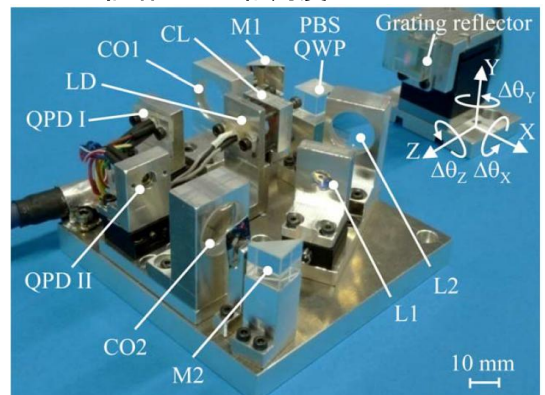
- ・ $\Delta\theta_x$ (ロール) **2.68 arc-second**
- ・ $\Delta\theta_y$ (ピッチ) **2.06 arc-second**
- ・ $\Delta\theta_z$ (ヨー) **2.11 arc-second**
(測定レンジ40 arc-second)

分解能評価



各軸**0.01 arc-second**の微小角度変化の検出に成功
(1 Hzの振動)

試作した3軸角度センサ



センササイズ **85(W) × 85(L) × 47(H) mm**