光干渉型サーフェスエンコーダ

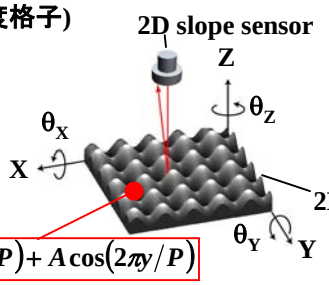
特開2005-321241, 特開2006-010645

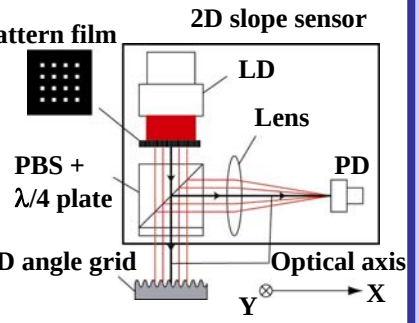
背景

多自由度の一括検出センサ

サーフェスエンコーダ(2次元角度センサ+2次元角度格子)
利点:簡単な構成で多自由度を計測
課題:高分解能化, 高精度化

幾何光学的な設計(オートコリメーション法)に基づく (格子短ピッチ化に伴う光の回折, 干渉が無視)

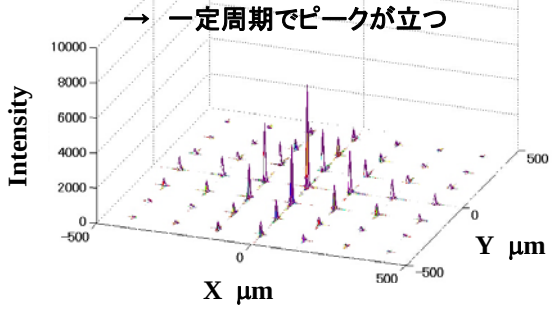




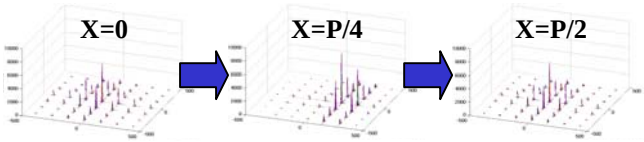
波動光学的な解析が必要 $h(x,y) = A\cos(2\pi x/P) + A\cos(2\pi y/P)$

センサ受光素子上のスポット強度分布解析

センサ受光素子(4分割PD)上で観察されるスポット強度分布
→ 一定周期でピークが立つ



①X(Y)変位時 → X(Y)方向のピーク高さ分布が変化

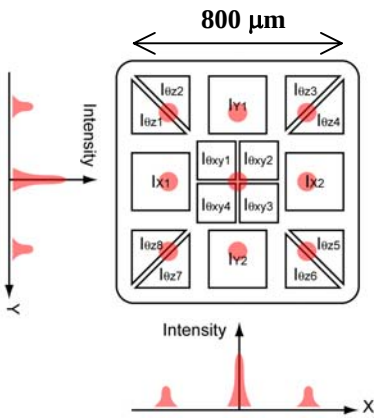


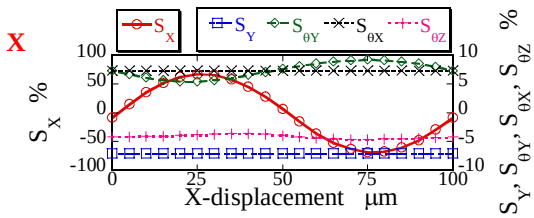
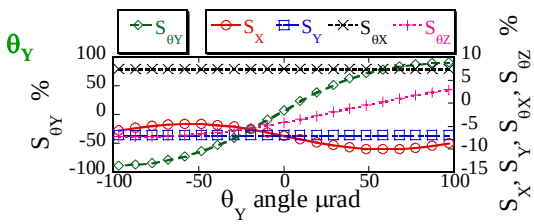
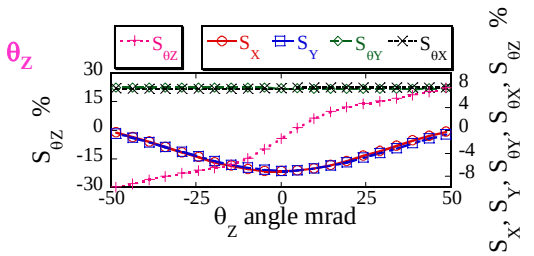
②$\theta_X(\theta_Y)$変化時 → オートコリメーション法に従い, スポット全体がY(X)方向に移動

③θ_Z変化時 → スポット全体が中央のピークを軸に回転

多素子PDを用いた5自由度検出

4分割PDの代わりに多素子PDを用いて, スポット挙動を検出することで5自由度の運動を検出



$$S_X = (I_{X2} - I_{X1})/(I_{X2} + I_{X1}) \times 100\%$$
$$S_Y = (I_{Y2} - I_{Y1})/(I_{Y2} + I_{Y1}) \times 100\%$$
$$S_{\theta Y} = (I_{\theta xy2} + I_{\theta xy3} - I_{\theta xy1} - I_{\theta xy4})/(I_{\theta xy1} + I_{\theta xy2} + I_{\theta xy3} + I_{\theta xy4}) \times 100\%$$
$$S_{\theta X} = (I_{\theta xy3} + I_{\theta xy4} - I_{\theta xy1} - I_{\theta xy2})/(I_{\theta xy1} + I_{\theta xy2} + I_{\theta xy3} + I_{\theta xy4}) \times 100\%$$
$$S_{\theta Z} = \frac{(I_{\theta z2} + I_{\theta z4} + I_{\theta z6} + I_{\theta z8}) - (I_{\theta z1} + I_{\theta z3} + I_{\theta z5} + I_{\theta z7})}{(I_{\theta z1} + I_{\theta z3} + I_{\theta z5} + I_{\theta z7}) + (I_{\theta z2} + I_{\theta z4} + I_{\theta z6} + I_{\theta z8})} \times 100\%$$

<検出シミュレーション結果>