

XYθ_z 自由度平面ステージコントローラの開発

3自由度平面ステージ

- √ 一体型可動部
- √ XYθ_z3自由度
- √ 平面モータ
- √ 3自由度サーフェスエンコーダ

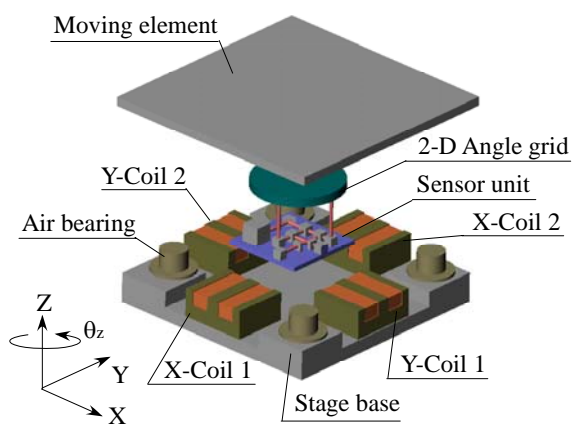


Fig.1 Schematic of stage system

ダイナミクス

$$M\ddot{x} = PK_f i$$

質量 $M = \text{diag}(m, m)$

位置 $x = [x, y]^T$

干渉行列 $P = \begin{bmatrix} 1 & P_x \\ P_y & 1 \end{bmatrix}$

推力係数 $K_f = \text{diag}(K_{f-x}, K_{f-y})$

電流 $i = [i_x, i_y]^T$

Table1 Specification

Item	Value	Unit
Moving element	Degree of Freedom: 3 (XYθ _z) Mass m : 2.8 Size: 260×260×8 Travel stroke: 40×40	kg mm mm
Stage base	Mass: 7.4 Size: 250×250×15	kg mm
Motor amplifier	Thrust constant K_f : 1.6 Back emf constant K_{emf} : 1.6 Bandwidth of amplifier: 1.2	N/A Vs/m kHz
Surface encoder	Measurement range (XY): 43 Resolution: 20 Bandwidth: 4.8	mm nm kHz

システム同定

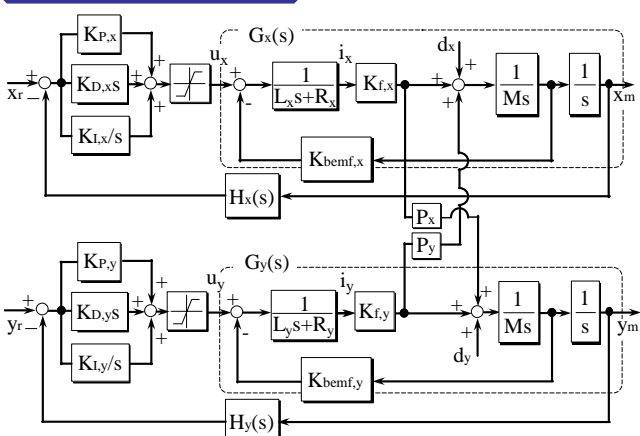


Fig.2 System block diagram

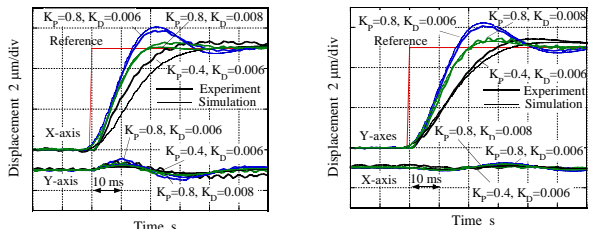


Fig.3 Step response test

伝達関数

$$G_x(s) = \frac{0.0218}{s(0.0014s^2 + 0.675s + 0.011)} \quad G_y(s) = \frac{0.0107}{s(0.0011s^2 + 0.432s + 0.0055)}$$

干渉行列

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0.11 \\ 0.07 & 1 \end{bmatrix}$$

設計と調整

- ◆ PIDコントローラ設計
- ◆ 外乱オブザーバ
- ◆ フィードフォワード

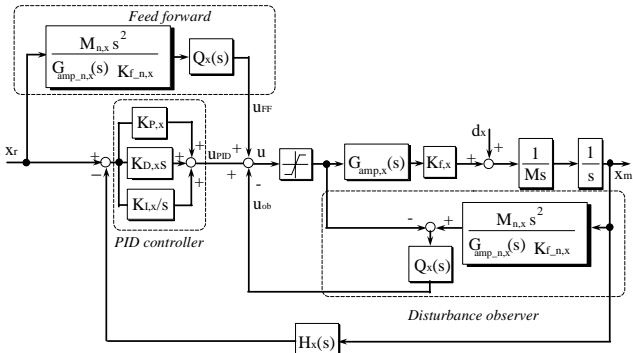


Fig. 4 Design outline of developed controller

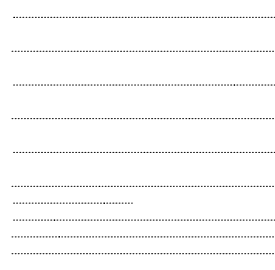


Fig.5 10 μm step responses

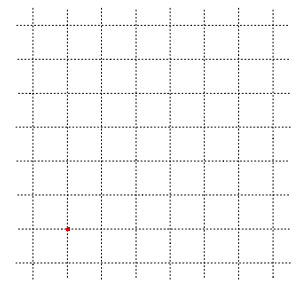


Fig.6 Square motion

- > オーバーシュートを60%に改善
- > 干渉の影響を低減
- > 平面駆動の追従性能向上