

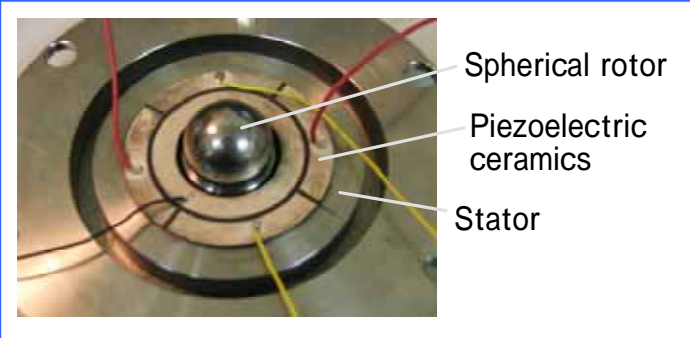
B2A09 円環型多自由度超音波モータ のロータ回転量の計測と制御

藤田泰喜 青柳学 鈴木好夫(室蘭工大) 富川義朗(山形大・工) 高野剛浩(東北工大)

円環型多自由度超音波モータ

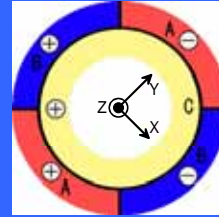
特徴

- ・単純な構造で3自由度を実現
- ・シンプルな計測法がない

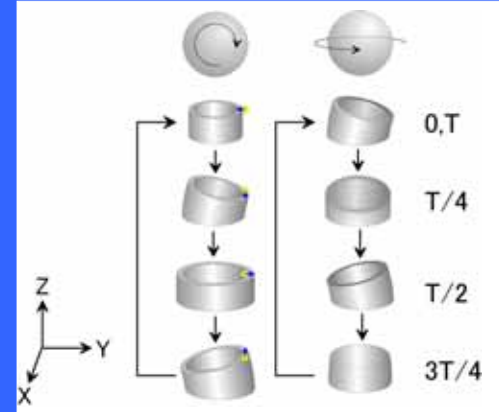


動作原理

圧電板に正弦波電圧を印加し、振動を操作

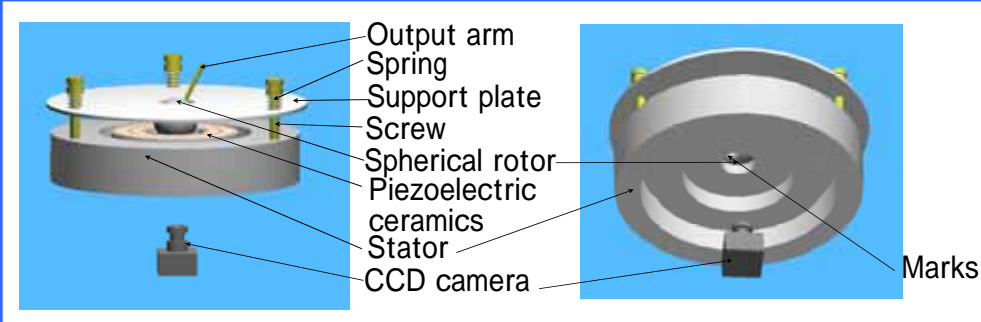


圧電板極性



振動形態

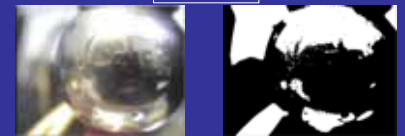
CCDカメラを用いた金属球状ロータの位置検出



円環型多自由度超音波モータ構成と測定概要図

画像処理

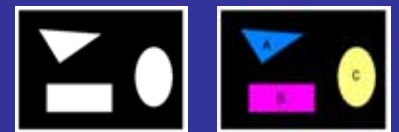
二値化



輝度によって画素を二分化

マークのみを抽出

ラベリング



二値化画像より得られた図形を区別

重心位置、面積の算出

適切なマークの選定

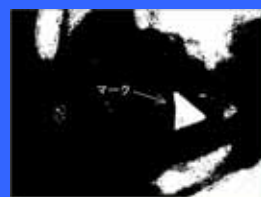
マーク抽出

金属表面の物体検知

表面に光源などが映りこむため、マーク抽出が非常に困難

マーク自体に輝度を持たせ、外部光を断つことでマーク抽出が容易となる

マークに蓄光素子を使用



光源によりマークを抽出

蓄光素子

光を与える
と自ら発光

光を遮断すると時間とともに減衰



蓄光素子の発光

紫外線LED

効率よく蓄光素子にエネルギーを与えることが可能



紫外線LEDの発光の様子

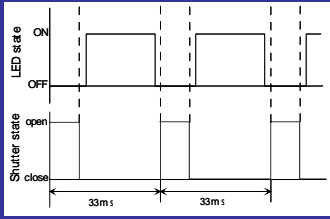
LED点灯制御によるマーク抽出

LED点灯制御

シャッター時間を利用

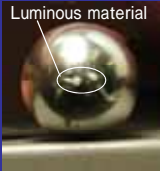
光源が映らない

マークのみ抽出可能



シャッター動作とLEDのスイッチングのタイミングチャート

マーク抽出

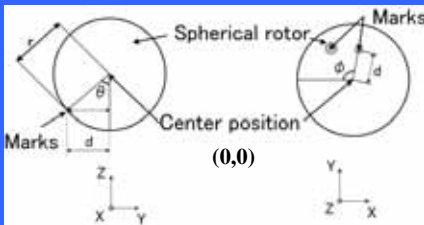


ロータに蓄光素子を取り付けた様子



LED点灯制御によって得られた画像

傾き角(X,Y)のパラメータ定義と測定原理



パラメータ算出式

$$\theta = \sin^{-1} \frac{d}{r}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{y}{x}$$

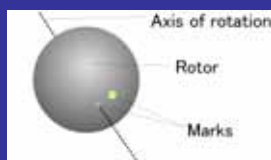
$$d = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Z軸方向からカメラ撮影

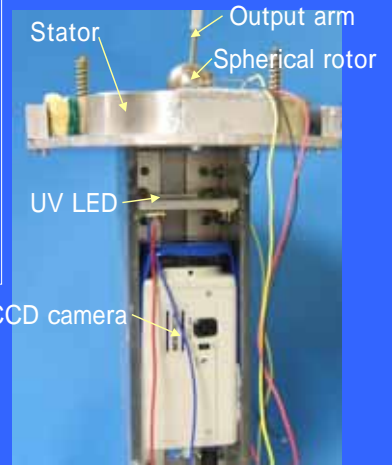
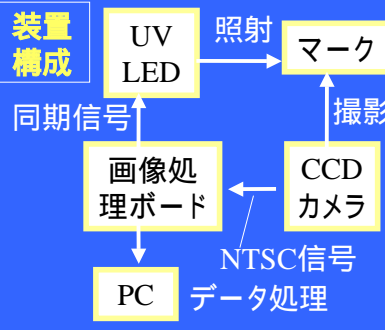
回転軸とマークの配置

回転軸上にマークを配置

他方のマークとの成す角度を測定



使用装置



画像処理ボード(Interface社製)

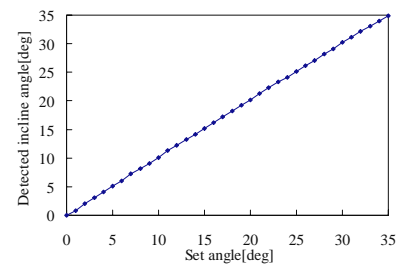
実験装置

傾き角(X,Y)の精度確認実験

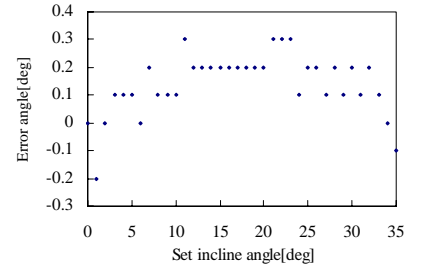
分解能理論値

0 deg付近で0.18 deg
30 deg付近で0.23 deg

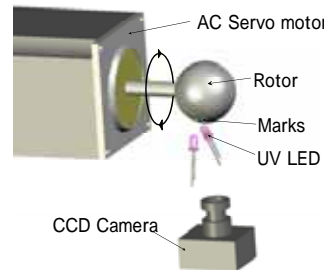
0.2 deg程度の誤差



設定角に対する検出値



設定角に対する誤差



傾き角(X,Y)計測実験概要

回転角(Z軸)測定実験の概要と結果

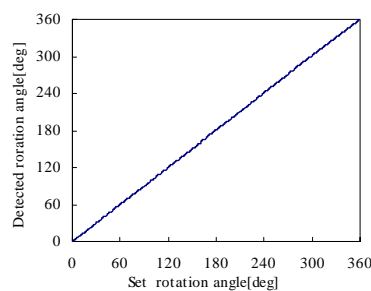
分解能理論値

回転軸とZ軸が等しい

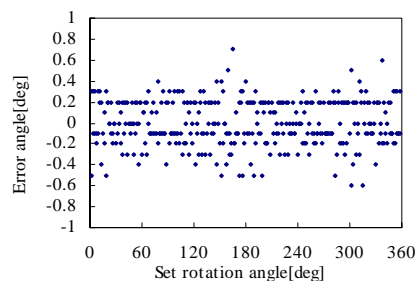
$\tan^{-1}(1/100) = 0.57 \text{ deg}$

回転軸がZ軸から deg傾いている

$\tan^{-1}(1/100 \cos \theta) \text{ deg}$

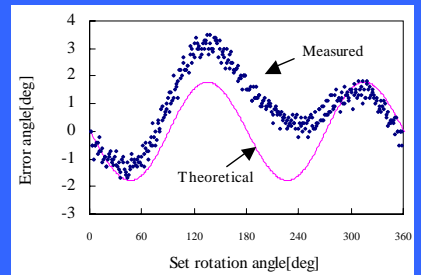


設定角に対する検出値



設定角に対する誤差

傾きによる誤差



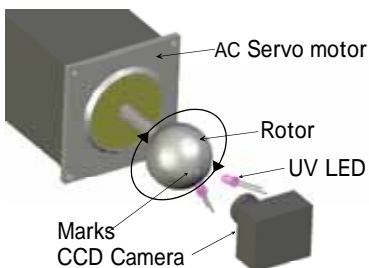
設定角に対する誤差 (回転軸を20deg傾けた場合)

まとめ

- ・回転角(Z軸)の検出可能
- ・傾けた場合の誤差補正が必要
- ・傾き角(X,Y)の検出可能
- ・限られた範囲内で精度よく測定

今後の課題

回転軸を傾けた場合の、誤差の原因の検討
本多自由度モータに適した制御法の構築



回転角(Z軸)計測実験概要