

- 課題名 「次世代高速高精度Sawyer型平面モータの開発」
 ○代表者名(所属機関名) 「高 偉(東北大学大学院工学研究科)」
 ○提案機関名 「東北大学大学院工学研究科」

研究の目標・概要

1. 共同研究の主旨 東北大学グループが提案した多自由度位置検出用サーフェスエンコーダを住友重機械工業(株)(以下住友重機械)で開発中のSawyer型多自由度軽量平面モータと融合させ、閉ループ駆動を行うことによって、安価で高速高精度な次世代X-Y- θ_z 多自由度ステージシステムを実現させること。

2. 目標

○ 研究開始後1年目の目標:

- 1) Sawyerモータの駆動案内面となるプラテン(1m四方のベース面)にサーフェスエンコーダの検出基準面(波長100 μ m, 振幅100nmの2次元正弦波微細パターン面)を作ること
- 2) サーフェスエンコーダの光学式読み取りヘッド及びSawyerモータ駆動部を製作すること

○ 研究開始後2年目の目標

- 1) サーフェスエンコーダとSawyerモータを組合わせたX-Y- θ_z 3自由度ステージシステムを組み立て、閉ループ駆動実験を行うこと(ステージの分解能/ストローク: x,y:20nm/500mm, θ_z :0.1arcsec/2deg, 最高速度: x,y: 2m/s, 加速度: 1G)

3. 内容

- 1) 円筒面(長さ約1.2m)にエンコーダの基準となる2次元正弦波微細パターンを高速工具サーボで超精密旋削し、それを1m四方のプラテン表面(樹脂)に転写する技術の開発
- 2) サーフェスエンコーダの出力を利用して閉ループ制御を行うことによって、構造上軽量で多自由度であるSawyerモータの特徴を最大限に生かした高速・高精度駆動技術の開発

4. 共同研究体制

東北大担当分: サーフェスエンコーダ光学式読み取りヘッドの開発

住友重機械担当分: Sawyerモータの開発及び閉ループ制御系の構築

共同担当分: サーフェスエンコーダ基準面一体型Sawyerモータ駆動案内面の開発及び閉ループ駆動実験

研究開発の現状等

プラテンと呼ばれるベースに対して直接XY方向への駆動力を発生させるSawyer型多自由度平面モータはXY θ_z の3自由度駆動が可能、軽量、ストロークが長いなどの特徴を持ち、1軸ステージを積み上げるスタック型の従来の多自由度ステージに代わる、安価で高速高精度な次世代多自由度ステージを実現できるものとして期待されている。Sawyerモータの製作や制御系について、日本は欧米に比べて進んでいるものの、干渉計などの位置計測装置は殆どアジレント社やサイゴ社など米国メーカーに頼っているのが現状である。なお、多数の干渉計を組合せる従来の位置計測装置は高価、調整が煩雑、環境変化に影響されやすい、 θ_z 角回転時の測定が困難などの欠点があり、Sawyer型平面モータの自由度、精度及びコストなどの面で大きな障害となっている。 θ_z 角回転も含めた次世代多自由度Sawyer型平面モータの実現には、新しいコンセプトに基づく多自由度位置検出装置を開発し、Sawyerモータと融合させることが不可欠である。

研究進展・成果がもたらす利点 申請者らが提案したサーフェスエンコーダは、2次元角度センサでXY正弦波微細形状を持つ基準面を読み取ることで、XYの位置のみならず、従来測定できなかった大きな θ_z 角回転も簡便に精密に測定できるコンパクトな多自由度計測装置である。サーフェスエンコーダの計測基準面を直接Sawyerモータのプラテン面に作ることによって、モータの構造に全く影響せず位置計測装置を融合させることができる。それによって、Sawyerモータの特徴を最大限に生かした安価で高速高精度な次世代多自由度X-Y- θ_z ステージを世界で初めて実現できる。

研究進展による、科学技術及び社会経済の活性化への寄与 多自由度精密ステージは半導体や液晶製造装置、工作機械、電子部品製造・検査装置などの基盤産業分野で広く用いられるものである。国内のステージ市場だけで約1000億円で、ステージを核とする精密機器の市場は数兆円に上る。これらのステージの高精度化、低価格化への要求に加えて、最近では半導体製造装置を中心にステージの高速性に対する要求が特に高まっている。本研究のSawyer型平面モータが実現できれば、上述の基盤産業分野に大きな影響を及ぼす。特に最近低迷している半導体産業、IT産業の活性化への寄与が極めて大きい。

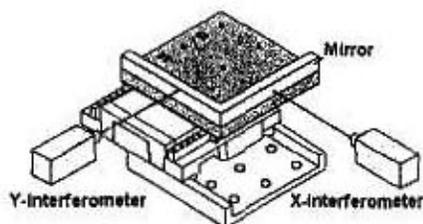
次世代高速高精度Sawyer型平面モータの開発

現状の問題点

1. 多自由度ステージのスタック構造による駆動精度及び速度の低下
2. 位置検出にレーザ干渉計を用いることによるZ軸回転への制限及び多軸干渉計による高コスト化

克服すべき課題

1. 一般構造のSawyer平面モータの開発及びその位置検出センサ（サーフェスエンコーダ）との融合
2. サーフェスエンコーダをSawyerモータに適用する際のセンサ基準面の構築



従来の多自由度ステージシステム
(スタック型ステージ+レーザ干渉計)



スタック型ステージの例



干渉計の例

東北大学大学院工学研究科・住友重機械工業（株）

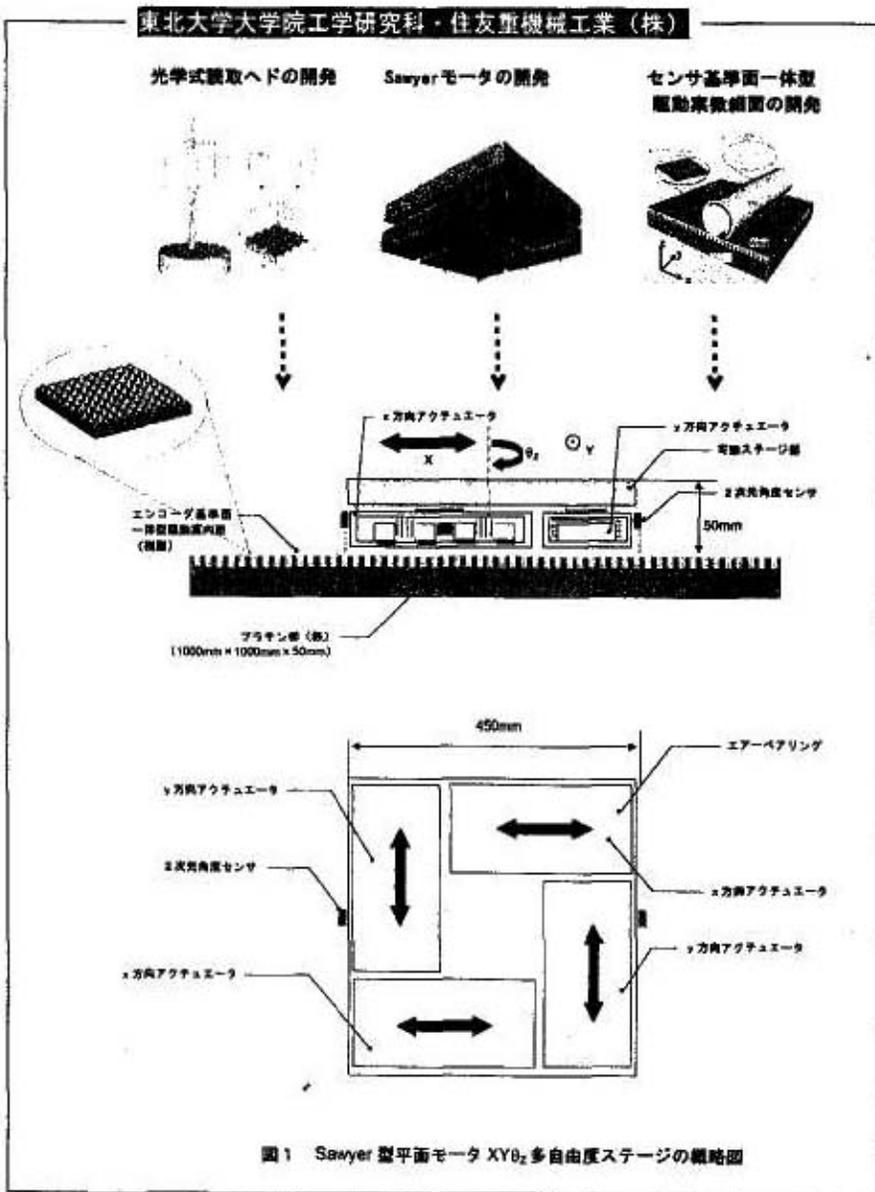
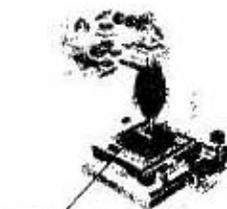


図1 Sawyer型平面モータ XYθ_z多自由度ステージの概略図

光学式顕微鏡への開発

Sawyerモータの開発

センサ基準面一体型
駆動系微細面の開発



ウエハステージ

半導体製造装置用ウエハステージ
Z軸回リアライメント機構不要
による装置の低コスト化及びス
ループットの向上



液晶パネル検査装置用ステージ
ステージの高速化、高精度化に
よる検査時間の短縮及び検査精
度の向上



レーザ加工機用ワークステージ
シンプルで多自由度なステージ
構造による複雑形状の高速加工
の実現