



傾斜ステージの駆動機構について

中央精機株式会社では、光ピックアップ調整装置やディスク製造装置などの角度調整を必要とする分野で広く利用されている傾斜ステージに新たな駆動機構を採用しラインアップしました。その駆動機構はこの度当社で開発しました「複合カップリング機構 CCM」で、今までの傾斜ステージの持つ問題点を解決し、高精度、高分解能、耐久性、駆動トルクの向上を実現しました。

[1. 複合カップリング機構の概要]

この「複合カップリング機構」は、傾斜ステージの駆動機構として、当社における従来のウォームギヤに替わり、送りねじを採用しました。その送りねじと傾斜部分を「直進運動を角度運動に変換する部品」で連結することにより、送りねじの描く直線軌道が傾斜部分の描く円弧軌道に伝達する機構になっています。この機構を採用することで精密ねじの長所を生かすことができ、その結果、高分解能・滑らかな動き・耐久性が可能となりました。



[2. 従来技術と問題点]

■ウォームギヤ方式

ウォームホイールとウォームギヤによる一般的な駆動機構です。傾斜ステージでは上テーブルの一部をウォームホイール形状にし、ウォームギヤで駆動させています。この機構は、一定量のバックラッシュを持たせるか、十分な

ラッピング調整を行わないと、動作時にウォームギヤが重くなったり、ウォームギヤの偏心により回転トルクムラが出るがありました。また、ウォームホイールとウォームギヤの摺動面が少ないため、耐磨耗性にも問題がありました。

■アクチュエータ+ばね方式

アクチュエータとばねを使用した一般的な微動傾斜ステージに採用されている駆動機構です。アクチュエータで上テーブルを押し出し、ばねで上テーブルをアクチュエータ側に戻してバックラッシュを無くす機構です。この機構は、ばね力が強いとアクチュエータにかかる負荷が重くなり、駆動時の負荷が大きいとテーブルが重くなったり、ばね力が弱いとテーブルが戻らなくなる問題がありました。

[3. 複合カップリング機構の特長]

「複合カップリング機構」の駆動は送りねじと特殊な連結部品を採用しているので、従来技術に対し次のような特長があります。

- ウォームギヤ方式に比べ高分解能です。
- 特殊な連結部品の自由な動きにより、回転ムラを吸収します。
- 駆動トルクが小さいので、滑らかな動きが実現できます。
- ウォームギヤより摺動面が多くできるので、耐久性を向上できます。
- ばねを使用しないので、確実な送りが実現できます。
- 送りねじのリードを変更することにより分解能や移動速度の変更が可能です。

表 複合カップリング機構と従来方式の比較

項目	複合カップリング機構	ウォームギヤ方式	アクチュエータ+ばね方式
分解能	細かい	粗い	細かい
回転トルクムラ	小	ウォームギヤの偏心分ムラがある	少ないがばねの強さに応じて重くなる
駆動トルク	小	ウォームギヤの調整によってばらつきがある	ばねの強さに応じて重くなる
耐久性	良い	磨耗が早い	良い
拡張性	送りねじリード変更により安易に変更が可能	歯数、モジュールなど設計上の制約があり、変更は難しい	送りねじリードの変更不可



[4. 位置決め誤差について]

直線軌道を円弧軌道に変換しているため、送りねじの移動量と実際に動く傾斜部分との間にタンジェントカーブに沿った角度誤差と送りねじと傾斜部分の距離にサインカーブに沿った角度誤差が存在します。しかし、現実には移動量±3°以内での位置決め誤差は微小で、移動量±5°以内でもウォームギヤ方式の位置決めより少なくなります。また、補正を行うことによって高い位置決め精度を実現することも可能となります。

表 位置決め誤差の例

送りねじの移動量	送りねじと傾斜部分の距離の誤差		移動量と実際に動く傾斜部分の誤差	
	位置決め角度	位置決め誤差	位置決め角度	位置決め誤差
0 mm	0	—	0	—
1 mm	0.573°	0	0.573°	0
2 mm	1.146°	-0.00006°(-0.2秒)	1.146°	-0.00011°(-0.4秒)
3 mm	1.719°	-0.00023°(-0.8秒)	1.718°	-0.00046°(-1.7秒)
4 mm	2.292°	-0.00057°(-2.1秒)	2.291°	-0.00114°(-4.1秒)
5 mm	2.866°	-0.00115°(-4.1秒)	2.862°	-0.00229°(-8.2秒)
6 mm	3.440°	-0.00201°(-7.2秒)	3.434°	-0.00400°(-14.4秒)
7 mm	4.014°	-0.00322°(-11.6秒)	4.004°	-0.00640°(-23.0秒)
8 mm	4.589°	-0.00483°(-17.4秒)	4.574°	-0.00959°(-34.5秒)
9 mm	5.164°	-0.00690°(-24.8秒)	5.143°	-0.01368°(-49.3秒)
10 mm	5.739°	-0.00950°(-34.2秒)	5.711°	-0.01879°(-67.6秒)
11 mm	6.315°	-0.01267°(-45.6秒)	6.277°	-0.02503°(-90.1秒)
12 mm	6.892°	-0.01649°(-59.4秒)	6.843°	-0.03249°(-117.0秒)
13 mm	7.470°	-0.02102°(-75.7秒)	7.407°	-0.04129°(-148.6秒)
14 mm	8.048°	-0.02630°(-94.7秒)	7.970°	-0.05153°(-185.5秒)

※誤差は送りねじで1mm送ったときの角度0.573°を基準にしたときの誤差です。

上記の値は次の計算式で求められます。

送りねじと傾斜部分の距離での位置決め誤差 (nは送りねじの移動量)

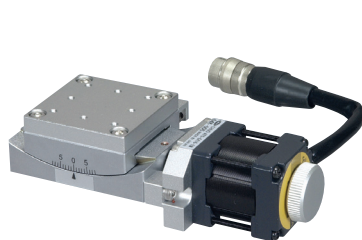
$$\text{位置決め誤差} = \sin^{-1}(1 \text{ mm}/100 \text{ mm}) \times n - \sin^{-1}(n/100 \text{ mm})$$

移動量と実際に動く傾斜部分での位置決め誤差 (nは送りねじの移動量)

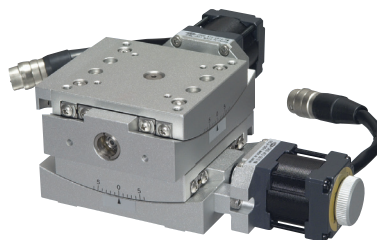
$$\text{位置決め誤差} = \tan^{-1}(1 \text{ mm}/100 \text{ mm}) \times n - \tan^{-1}(n/100 \text{ mm})$$

[5. 特許について]

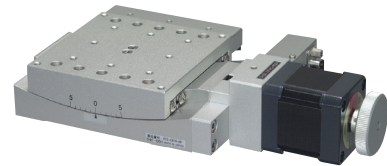
この「複合カップリング機構」は「テーブル姿勢調整装置 特許第3848304号」として特許登録されました。



ATS-C416-EM



ATD-C612-HM



ATS-C910-HP

自動ステージ

手動ステージ

ナノポジションシステム

コントローラ

MSS

AF

Xステージ

HGS

X Yステージ

小型IMJ

Zステージ

MMステージ

Z昇降ステージ

MMスベア

回転ステージ

ステータ

複合ステージ

エータ