

RKIIシリーズ ギヤードタイプの紹介

塚本 成紀 米山 英希

Introduction of the **RKII** Series Geared Type Stepping Motors

Shigeki TSUKAMOTO, Hideki YONEYAMA

In recent years, the demand for motors from the industrial machinery and mechanical device manufacturers has become even greater that motors need to offer higher output, higher speed and higher accuracy in smaller sizes. In order to meet such market demands, we offer the geared type stepping motors which are preassembled with gearheads.

Because inertial load decreases inversely proportional to the square of the gear ratio, the geared type stepping motor makes it possible to downsize the overall equipment size, improve torsional rigidity, and reduce vibration and positioning time.

This article introduces the **RKII** Series geared type stepping motor which is the latest 5-phase stepping motor **RKII** Series combined with 3 types of gearheads.

1. はじめに

半導体製造装置におけるウェハーなど、搬送物の大型化が進む一方で、省スペースのため装置の小型化が要求されています。したがって、駆動源となるモーターには必然的に小型高出力化が望まれています。それらの要求に応えるべく、当社では、1980年代からステッピングモーターに減速機を組み合わせたギヤードタイプを開発し、提供してきました。また、ステッピングモーターの本来の停止精度を損なわないために、高精度減速機として代表的なハーモニックギヤを組み合わせたタイプも当時から提供してきました。

減速機を組み合わせることにより、モーター軸における負荷慣性と負荷トルクを軽減させることができるため、モーター単体よりも小さなギヤードモーターで駆動することが可能となり、装置の小型化、省エネルギー化に貢献できます。

このたび、前号（RENGA No.177）で紹介した高効率化技術を用いたステッピングモーター **RKII**シリーズ⁽¹⁾に3種類の減速機を組み合わせた、**RKII**シリーズのギヤードタイプを発売しました。その特徴について紹介します（図1参照）。

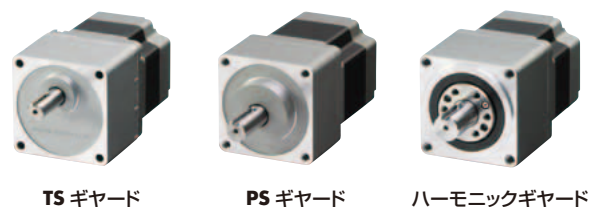


図1 RKIIシリーズ各種ギヤードタイプ（取付角 60mm）

2. ギヤードモーターの特徴

2.1. ギヤードモーターによる高トルク・大慣性駆動

ステッピングモーターに減速機をつけることにより、駆動トルクは、減速比倍になり、許容負荷慣性モーメントは、減速比の二乗倍になります。これによって、同じ負荷慣性モーメントを駆動する場合、位置決め時間が同じであれば、標準モーターに対して取付角寸法が図2のとおり小さくなり、装置の小型化、軽量化につながります。

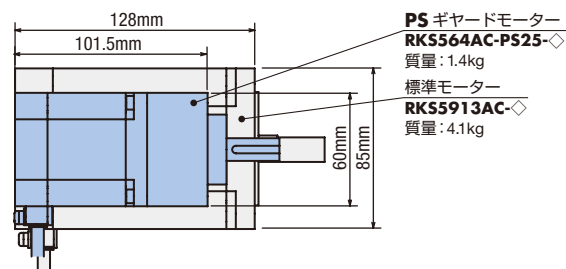


図2 PSギヤードタイプと標準モーターとの容積比較

この事例を、下記条件をもとに紹介します。

<駆動条件>

- ・ 慣性体：直径 150mm 厚さ 8mm 材質 鉄
- ・ 慣性モーメント： $3.14 \times 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{m}^2$
- ・ 移動量：45° 位置決め時間：0.2s 安全率：2

表 1 比較モーター仕様

項目	PSギヤードタイプ	標準タイプ
品名	RKS564AC-PS25-◇	RKS5913AC-◇
取付角寸法 [mm]	60	85
減速比	25	—
最大トルク [N·m]	12	6.3
励磁最大静止トルク [N·m]		
ローター慣性モーメント J [kg·m ²]	160×10^{-7}	3300×10^{-7}

表 1 よりギヤードモーターと標準モーターのトルク仕様値は 12N·m、6.3N·m であり、安全率 2 を考慮すると、加減速時に使えるトルクは 6N·m、3N·m となることがわかります。慣性負荷駆動の場合、慣性体を目標となる回転速度まで加速する際に最もトルクが必要となりますので、この加速トルクが上記の安全率を考慮したトルクを上回らないように加速時間および位置決め時間を算出します。また、ステッピングモーターに減速機をつけると、標準モーターに比べ、駆動できる慣性モーメントは減速比の二乗に比例して大きくなります。これらを利用して位置決め時間を算出すると、表 2 のようにほぼ同等の位置決め時間となり、1 サイズ小さいギヤードモーターでも駆動条件を満足することがわかります。

表 2 比較モーターでの計算結果

項目	PSギヤードタイプ	標準タイプ
品名	RKS564AC-PS25-◇	RKS5913AC-◇
慣性モーメント J [kg·m ²]		3.14×10^{-3}
出力軸の回転速度 [r/min]		60
加速トルク [N·m]	6.0	3.0
加減速時間 [s]	0.014	0.008
位置決め時間 [s]	0.14	0.13

2.2. 減速機と直結構造によるコンパクト化

次に、ほぼ同じトルクの一般的なサーボモーターに減速機を連結した場合と RKII シリーズの PS ギヤードタイプの比較を図 3 に示します。カップリング連結の通常のサーボモーターに比べ、減速機と直結構造の PS ギヤードタイプは省スペースであることがわかります(2)。

●サーボモーター 出力100W+遊星減速機
最大トルク:11N·m

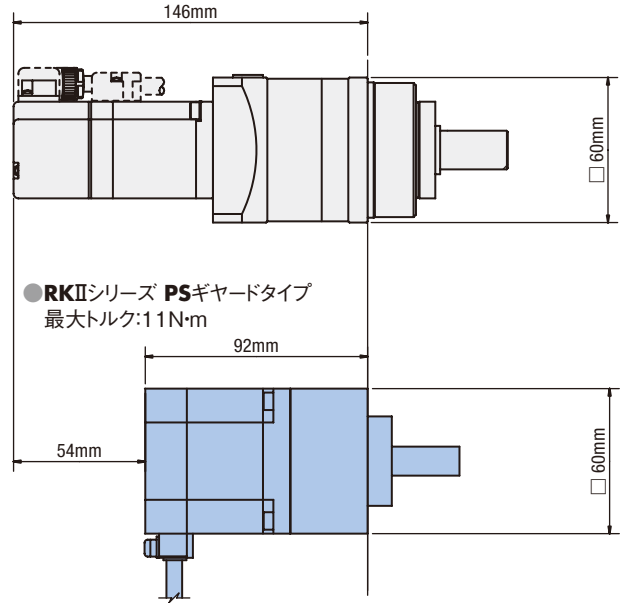


図 3 一般的なサーボモーターと減速機の組合せと RKS566AA-PS10 の全長比較

3. RKIIシリーズのギヤードタイプについて

RKIIシリーズのギヤードタイプには、平行軸減速機の TS ギヤードタイプ、遊星歯車減速機として高トルクの PS ギヤードタイプ、高精度高トルクのハーモニックギヤであるハーモニックギヤードタイプがあります(図 4 参照)。表 3 に取付角 60mm の仕様比較を示します。

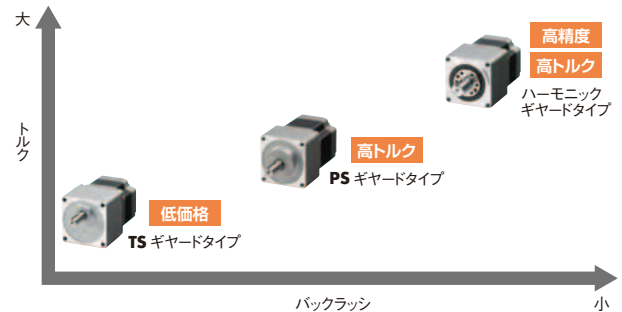


図 4 RKIIシリーズのギヤードタイプ位置付け

表 3 RKIIシリーズのギヤードタイプ仕様比較

項目	RKS564□□ -TS10-◇	RKS566□□ -PS10-◇	RKS564□□ -HS50-◇
取付角寸法 [mm]		60	
減速比	10	10	50
最大トルク*1 [N·m]	6	11	23
許容トルク*2 [N·m]	4	5	7
許容入力回転速度 [r/min]		3000	
バックラッシュ [min]	15	7	0

※1 最大トルクは加速・減速時にギヤードモーターが出せるトルクの最大値です。
※2 許容トルクは連続運転時にギヤードモーターが出せるトルクの最大値です。

3.1. TS ギヤードタイプ

TS ギヤは **RKII** シリーズのギヤードタイプのラインアップに合わせて新しく開発した以下の特徴を持った平行軸機構の減速機です。

1) トルク仕様の向上

TS ギヤは歯車の熱処理に浸炭焼入れを採用しています。浸炭焼入れは歯車の表面に炭素を浸透させてから焼入れすることにより、表面付近は硬く、内部については硬度が低く、じん性の高い材料を得ることが可能な熱処理です。表面付近は硬いため摩耗しにくく、内部はじん性を保っているため歯折れのしにくい歯車となります。これにより歯車強度アップが可能となり、トルク仕様の向上を実現しました。

2) 最大入力回転速度の向上

軸受の大型化や一部に長寿命軸受を採用することにより、従来の **TH** ギヤに対して最大入力回転速度を 1800r/min から 3000r/min にすることができました。

3) 歯車の精度向上

従来の **TH** ギヤでは出力段にテーパギヤを採用し、テーパギヤを軸方向に微調整することでバックラッシを調整していました。

TS ギヤでは歯車加工の高精度化および熱処理での寸法変化量を考慮した歯車加工を実施することでバックラッシへの影響を低減しています。また、出力軸の歯車については熱処理後に高精度仕上加工を実施して熱処理による寸法変化の影響を無くしています。これにより **TS** ギヤは特別な調整機構の必要のないシンプルな構造を実現しています。

表 4 および図 5 に取付角 60mm の **TS** ギヤと従来の **TH** ギヤの仕様を比較したものを示します。**TS** ギヤは加減速時に使用可能な最大トルク仕様を追加しています。また、回転速度も向上しており、装置のサイクルタイム短縮に貢献することができます。

表 4 **TS** ギヤと **TH** ギヤの主な仕様比較 (減速比 30)

項目	TS ギヤ	TH ギヤ
取付角寸法 [mm]	60	60
最大トルク [N・m]	10	—
許容トルク [N・m]	6	4
最大入力回転速度 [r/min]	3000	1800
バックラッシ [min]	10	10

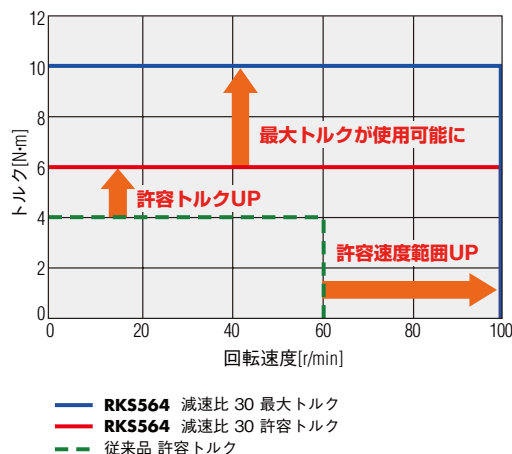


図 5 **TS** ギヤと **TH** ギヤの仕様比較

4) 製品の取付について

従来の **TH** ギヤはケース前面のタップ穴による取付のため、装置側の部品との干渉により、取付手順が限定されることがありました。**TS** ギヤは、取付角 60mm と 90mm のケース構造を見直し、貫通穴の取付を採用しています。それにより背面側からの取付が可能となり、取付の自由度が高まりました (図 6 参照)。

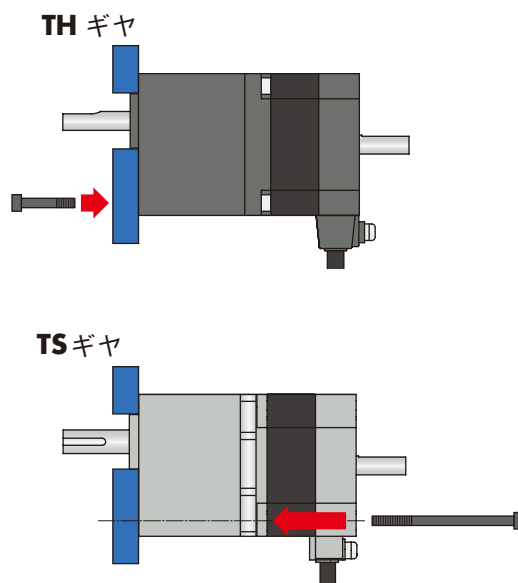


図 6 **TS** ギヤと **TH** ギヤの取付方法

3.2. PS ギヤードタイプ

PS ギヤは遊星歯車機構の減速機です。遊星歯車機構は太陽歯車、遊星歯車、内歯車の 3 つの基本部品で構成されます。中心に位置する太陽歯車の外側に複数の遊星歯車があり、内歯車を介して太陽歯車の周りを公転しています。遊星歯車の公転がキャリアを介して出力軸の回転になります。

トルクが複数の遊星歯車によって分散されて伝達されるため、平行軸歯車に比べて許容トルクを大きくすることができます。**PS** ギヤの詳細については **RENGA** No.174 を参照ください。

PS ギヤの構造を図 7 に示します。

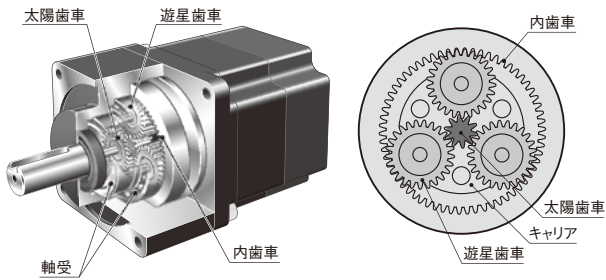


図 7 PS ギヤの構造

PS ギヤは 2010 年に発売しました。PS ギヤは熱処理後に高精度仕上加工を行い熱処理による歪を除去しています。発売後 3 年が経ち、歯車の加工技術が向上したことでかみ合い振れ精度が向上し、バックラッシを低減しました（図 8 参照）。

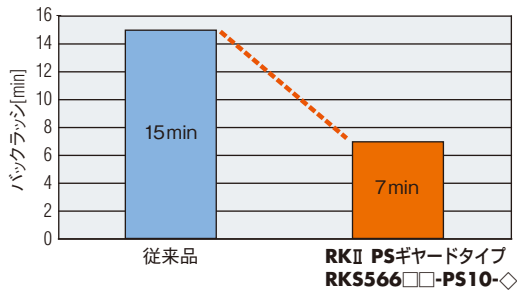


図 8 加工技術の向上によるバックラッシの低減

3.3. ハーモニックギヤードタイプ

ハーモニックギヤードタイプは高トルクタイプのハーモニックギヤを採用し、従来品に比べ、以下の点について仕様アップしています。

1) 定格寿命時間の向上

従来品と比べて、定格寿命時間 5000 時間から 10000 時間に向上しています。（取付角 42mm 除く）

2) 許容トルク・最大トルクの向上

従来品と比べて、許容トルクと最大トルクが 1.3 倍向上しています。従来品より大きな負荷を駆動できます。

4. まとめ

以上、RKIIシリーズのギヤードタイプとして、3種類の減速機について、その特徴を紹介しました。低価格で高トルク化したTSギヤードタイプ、遊星歯車機構でさらにバックラッシを改善したPSギヤードタイプ、ノンバックラッシで高出力のハーモニックギヤードタイプと豊富なバリエーションでさまざまな用途に適した駆動が可能となります。

今後も市場や環境の変化により、お客様からの要望が高まることが考えられます。お客様の装置に最適な商品を提供できるように努めて参ります。

参考文献

- (1) 新免 浩・榊原 昭宏、「5相ステッピングモーターユニット RKIIシリーズの特徴」, RENGA, No.177, (2013), pp.4-10
- (2) 塚本 成紀、「新遊星減速機 PSギヤの開発」, RENGA, No.174, (2011), pp.16-20

筆者



塚本 成紀

機構商品事業部



米山 英希

機構商品事業部