

# ステッピングモーターユニット DC 電源入力 CVK シリーズの特長

瀬谷 茂樹

## Features of the CVK Series Stepping Motor and Driver Package

Shigeki SEYA

Stepping motors are used in a wide variety of applications because of their ease of use and their accurate positioning. In recent years, though, most users demand high torque, low vibration, and higher accuracy.

The CVK series is a stepping motor and DC input driver package with higher torque, lower vibration, and higher accuracy than conventional products. We have developed a 2-phase product with an emphasis on torque, and a 5-phase product that stresses low vibration and high accuracy. Further, the CVK series is highly compatible between the 2-phase and 5-phase versions, making it a simple matter to select and replace either corresponding to the requirements of the application.

The characteristics and features of the CVK series are introduced here.

### 1. はじめに

ステッピングモーターは、簡単に高精度な位置決めが可能なことからさまざまな用途に使われています。しかし、高トルク化・低振動化・高精度化の要望は、すべての用途で常に求められています。

CVKシリーズは、従来品よりも高トルク・低振動・高精度なDC電源入力のユニット製品です。トルクを重視した2相ステッピングモーターユニット（以下2相ユニット）、低振動・高精度に定める5相ステッピングモーターユニット（以下5相ユニット）を用意しました。2相ユニット用と5相ユニット用のドライバはそれぞれ専用ですが、互換性を高めているため、重視する特性と用途に合わせてモーターを選定することができ、置き換えも容易に行えます。

ステッピングモーターのドライバには、AC電源入力とDC電源入力のふたつのタイプがあり、DC電源入力は低価格でドライバが小型のため、装置への組み込みが容易という特長があります。CVKシリーズは、DC電源入力用に開発していますので、ドライバを装置に組み込む用途に適した製品です（図1参照）。

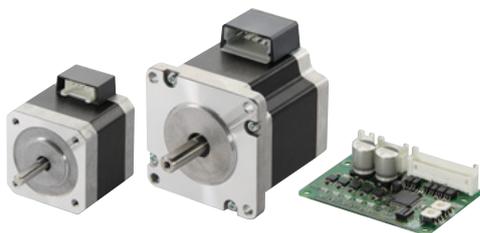


図1 CVKシリーズ

### 2. CVKシリーズのラインアップ

CVKシリーズは、2相・5相ともに幅広いモーターのユニットを用意しています。また5相には、さらに低振動・高精度な高分解能タイプをラインアップしています（表1参照）。

表1 CVKシリーズラインアップ

2相 5相	タイプ名	取付角 [mm]	励磁最大静止トルク [N·m]
2相	標準タイプ	20	0.02
		28	0.095~0.19
		35	0.2~0.37
		42	0.35~0.93
5相	標準タイプ	56.4	0.6~2.3
		28	0.052~0.091
		42	0.26~0.44
	高分解能タイプ	60	0.55~1.7
		42	0.26~0.44
		60	0.78~2.3

2相と5相の特徴の違いは構造の違いによるものです。

図2に2相ステッピングモーターのステータを、図3に5相ステッピングモーターのステータを示します。

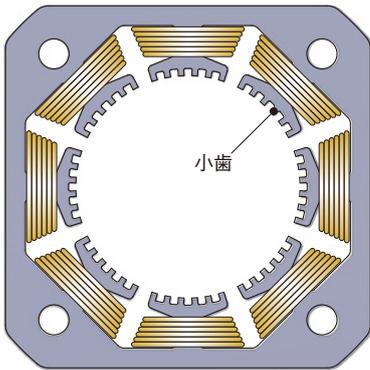


図2 2相ステップモーターのステータ

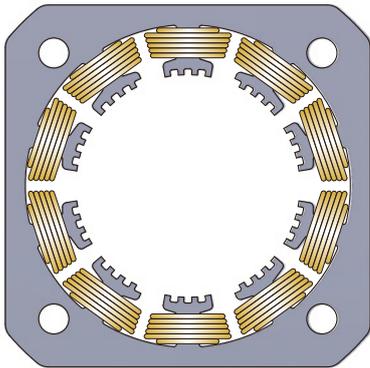


図3 5相ステップモーターのステータ

2相ステップモーターは、5相に比べ巻線の数(相数)が少ないため巻数を多くでき、また、ステータの小歯の数を多くできるので高トルクになります。

2相と5相の振動の差も、相数の違いにより起こります。2相でも5相でも、ステップ角が同じであれば、原理的にはモーターの振動も同じになります。しかし、実際には各相の発生するトルクに微小なばらつきがあり、振動の原因となります。5相モーターは相数が多い分、発生トルクのばらつきが分散され、2相モーターよりも低振動になります。同じ理由で、位置決め精度もよいという特長があります。

図4に5相高分解能タイプステップモーターのステータを示します。

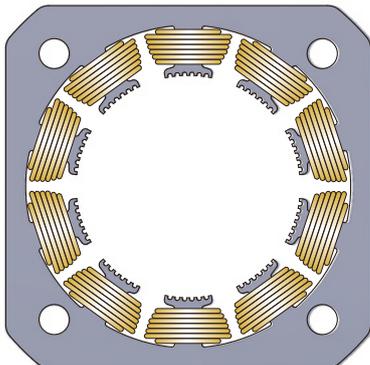


図4 5相高分解能タイプステップモーターのステータ

高分解能タイプは、標準タイプよりも小歯が細かく、数が多くなっています。これにより発生トルクのばらつきが分散され、低振動で、かつ位置決め精度がよくなります。

### 3. CVKシリーズの特長

CVKシリーズには以下の特長があります。

- ・従来品に比べ高トルク
- ・全速度領域でマイクロステップ駆動による低振動
- ・2相・5相のドライバが共通設計

さらにドライバには次の特長があります。

- ・小型で薄型
- ・パルス入力のリンドライバ対応
- ・電流設定が容易
- ・保護機能(アラーム出力)を搭載
- ・使用周囲温度範囲の拡大

### 4. CVKシリーズの特性

#### 4.1. トルク特性

DC電源入力の従来品に比べ、トルク特性が向上しています。2相ユニットは、従来品にはなかったバイポーラ駆動方式<sup>(1)</sup>を採用しており、特に低速トルクが向上しています。

5相ユニットは高速トルクを重視した巻線仕様になっています。モーター巻線電流の切り替えが速い高速では、電流が立ち上がる前に励磁が切り替わり、トルクが低下します。これを避けるためには、巻数を減らしてインピーダンスを下げ電流の立ち上がりをよくします。そのままでは巻数を減らしたことによりトルクが低下するため、大電流出力に対応したドライバにしました。

図5に2相ユニットのCVK(CVK244AK)と従来品(CMK244PAP)の速度-トルク特性、図6に5相ユニットのCVK(CVK544AK)と従来品(CRK544PAP)の速度-トルク特性を示します。

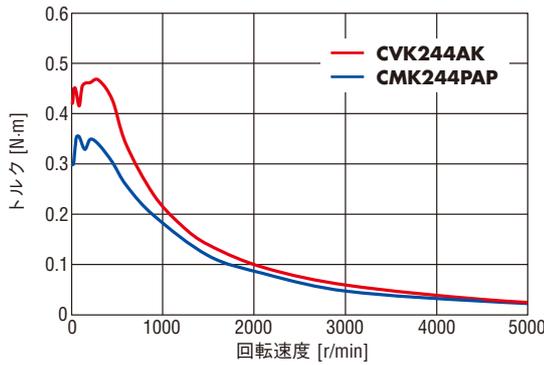


図5 2相 CVK と従来品の速度—トルク特性

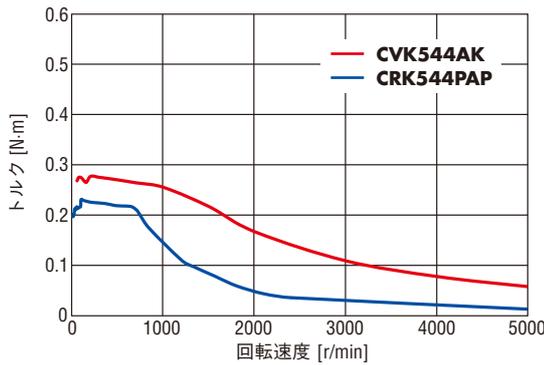


図6 5相 CVK と従来品の速度—トルク特性

前述のとおり、2相は5相に比べ低速域のトルクが高く、5相は高速トルクを重視した設計になっています。図7に2相と5相のCVKの速度—トルク特性を示します。

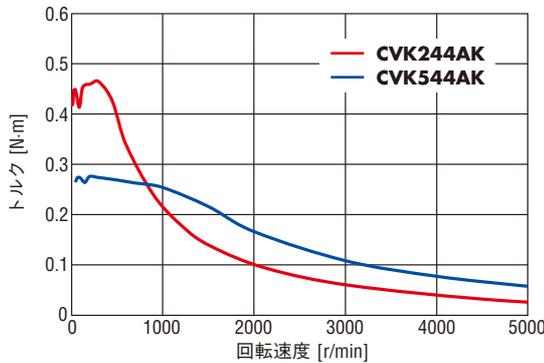


図7 2相・5相の速度—トルク特性比較

#### 4.2. 振動特性

ステッピングモーターは一定角度ずつ回転しているため、それに起因する振動が問題になる場合があります。回転速度を電圧に変換するDCタコジェネレーターと呼ばれる速度センサを用い、回転速度と速度変動の大きさ ( $V_{p-p}$ ) の関係を示したものが、振動特性です。図8に2相CVKと従来品の振動特性の比較、図9に5相CVKと従来品の振動特性の比較を示します。

CVKシリーズは、マイクロステップ駆動を全速度領域で行っているため、回転速度によらず低振動です。0~50r/min程度の速度域はスムーズドライブ機能により、50~200r/min程度の速度域は電流の位相補正により、500r/min以上は振動抑制制御により、それぞれ低振動化しています。その結果、2相・5相ともに従来品より低振動化しています。また、ステップ角を切り換えても振動特性は変化しません。

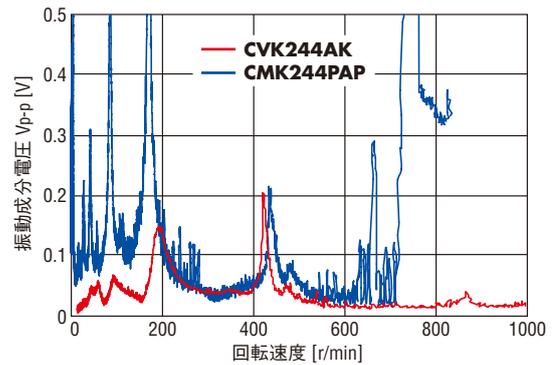


図8 2相 CVK と従来品の振動特性

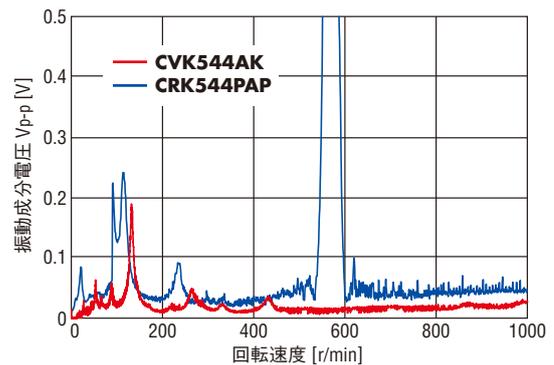


図9 5相 CVK と従来品の振動特性

図10に2相と5相のCVKの振動特性の比較を示します。2相に比べ、5相のほうが低振動です。

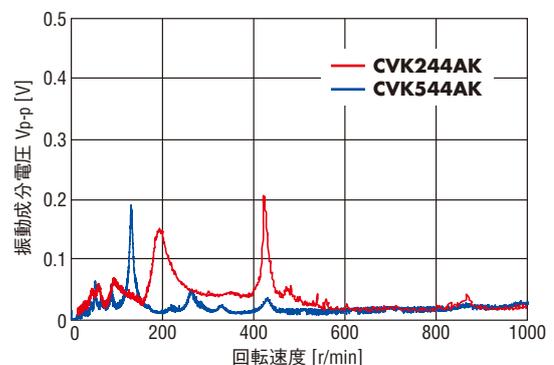


図10 2相・5相振動特性比較

図11に2相**CVK**と、同じモーターを市販されているステップモーター用ドライバICで駆動したときの振動特性の比較を示します。市販ステップモーター用ドライバICに比べ、低振動であることがわかります。

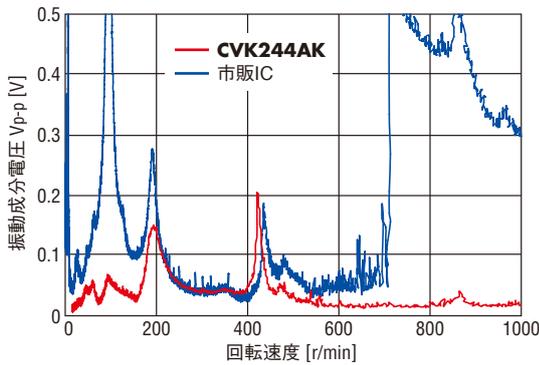


図11 2相**CVK**と市販ステップモーター ICの振動特性

### 4.3. 静止角度誤差

モーターの静止角度誤差は、フルステップ時は $\pm 0.05^\circ$ 以内です。マイクロステップ時は、ドライバの出力電流がひずみの少ない正弦波形状でないとフルステップ時より悪化します。**CVK**シリーズは、従来品よりもマイクロステップ時のドライバ出力電流波形が改善されています。それにより、静止角度誤差も改善されます。図12に2相**CVK**と従来品(2相**CMK**)の静止角度誤差を示します。

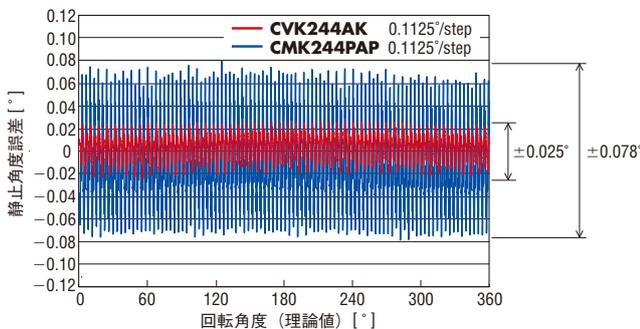


図12 2相**CVK**と従来品の静止角度誤差

図13に5相**CVK**と従来品(5相**CRK**)の静止角度誤差を示します。5相も同様に出力電流波形が改善され、静止角度誤差も改善されています。5相のほうが2相に比べ、相数が多いため静止角度誤差が小さくなります。5相モーターには、さらに静止角度誤差の小さい高分解能タイプもラインアップしています。図14に5相高分解能タイプの静止角度誤差を示します。

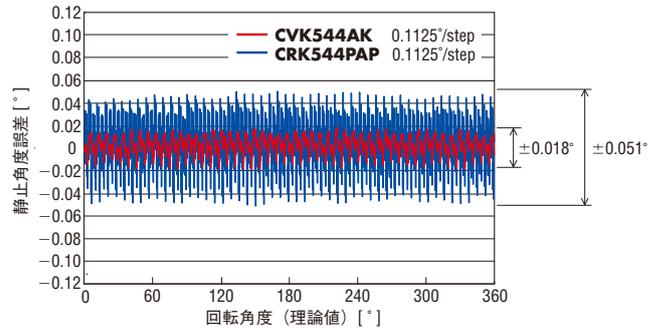


図13 5相**CVK**と従来品の静止角度誤差

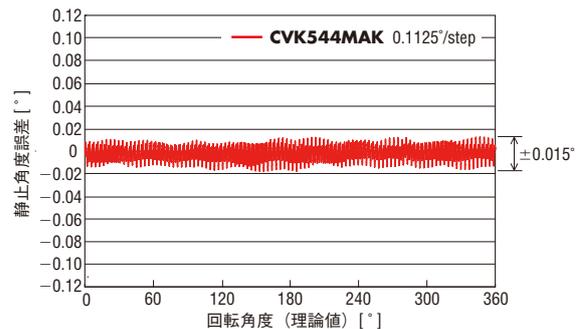


図14 5相**CVK**高分解能タイプの静止角度誤差

## 5. **CVK**シリーズのドライバの特長

### 5.1. 2相・5相ドライバの共通設計

2相ユニットと5相ユニットでは、ハードウェアの設計を共通にしています。ドライバの機能・外形・コネクタ・入出力信号の配列も共通なので、スムーズな置き換えが可能です。表2にドライバのモーターコネクタのピン配列を示します。2相・5相でコネクタは共通で、表2のようにモーターリード線の各色を結線します。

表2 モーターコネクタピン配列

	2相	5相
1	青	青
2	赤	赤
3	-	橙
4	緑	緑
5	黒	黒

2相・5相の両方を評価したい場合、また、低振動化のため2相から5相に変更したい場合、結線を換えずに置き換えることができます。ステップ角についても、2相・5相で同じ設定にすることができます。

### 5.2. 小型で薄型

**CVK**シリーズのドライバは、従来のDC電源入力ユニット製品に比べ特性を向上していますが、ドライバ取付寸法は従来品ユニット(5相**CRK**シリーズ)と同じままで、薄型化されています。このため、設備の小型化に貢献します。図15~図17に**CVK**用ドライバと従来のドライバの外形を示します。

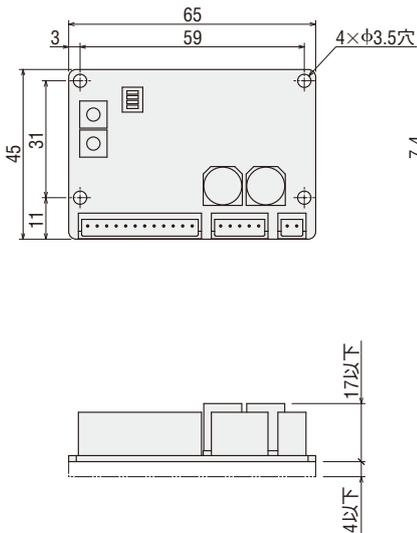


図 15 CVK シリーズドライバの外形

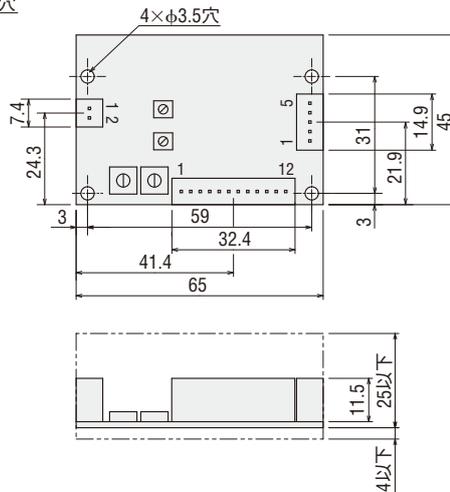


図 16 CRK シリーズドライバの外形

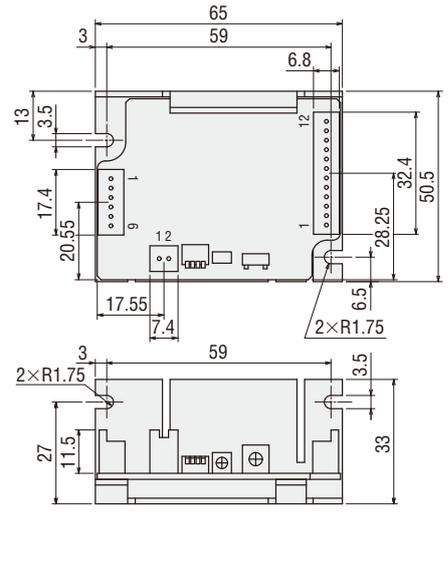
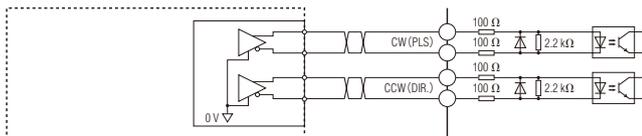


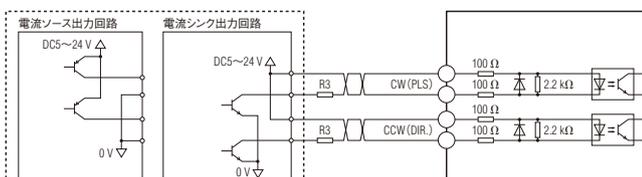
図 17 CMK シリーズドライバの外形

### 5.3. パルス入力のリンドライバ対応

CVK シリーズのドライバのパルス駆動方式は、これまでのDC電源入力のユニット製品と同じオープンコレクタ方式に加え、リンドライバ方式にも対応しています。リンドライバ方式は、オープンコレクタ方式よりも高い周波数のパルスを入力できるため、分解能を細かく設定した場合でも高い回転速度で運転できます。また、リンドライバ方式はノイズに強く、パルスラインを長くできるというメリットもあります。図18にパルス駆動方式の接続図を示します。



リンドライバ方式  
最大入力パルス周波数 1MHz



オープンコレクタ方式  
最大入力パルス周波数 250kHz

図 18 パルス駆動方式の接続図

### 5.4. 電流設定

CVK シリーズのドライバは、モーター運転電流の設定を16段階のロータリースイッチ (RUNスイッチ) で簡単に行うことができ、電流計は不要です。負荷が軽く、トルクに余裕があるときは、運転電流を小さくするとモーターの温度上昇を低くすることができます。表3にRUNスイッチの設定値を示します。出荷時はFに設定されています。

表 3 RUN スイッチの設定値

RUN スイッチ	運転電流比率	RUN スイッチ	運転電流比率
0	25%	8	65%
1	30%	9	70%
2	35%	A	75%
3	40%	B	80%
4	45%	C	85%
5	50%	D	90%
6	55%	E	95%
7	60%	F	100%

また、停止電流は、STOPスイッチで比率を変更できます。STOPスイッチをOFF側にすると運転電流の25%、ON側にすると50%になります。

## 5.5. 保護機能 (アラーム出力)

**CVK** シリーズのドライバは、これまでの DC 電源入力ユニット製品にはなかった保護機能 (アラーム出力) を搭載しています。ドライバ過熱時や過電圧、過電流などの異常を、出力信号で検出できます。この出力信号を用い、上位コントローラでの監視も可能です。また、アラームが発生するとドライバの PWR/ALM LED が赤色に点滅し、点滅回数を数えることでアラーム内容を確認できます。異常原因の確認に便利です。アラーム発生時はモーターの電流を停止しますので、モーターの保持力がなくなります。表4にアラーム内容を示します。

表4 アラーム内容

LED点滅数	アラームの種類	原因
2	過熱	ドライバの基板温度が 85°C に達した。
3	過電圧	・電源電圧が許容値を超えた。 ・大きな慣性負荷を急停止させた。 ・大きな負荷の昇降運転を行った。
5	過電流	モーター用出力回路に過大な電流が流れた。
9	EEPROM 異常	ドライバの保存データが破損した。
点灯	CPU 異常	ドライバの CPU が誤動作した。

## 5.6. 使用周囲温度範囲の拡大

ドライバ出力回路 FET の ON 抵抗を従来品の約 1/20 に下げて低損失化したため、大電流を出力しても発熱が小さくなりました。また発熱が小さくなったことで、ドライバ使用周囲温度範囲が従来品の **CMK** ドライバの 0~40°C から **CVK** ドライバは 0~50°C と、上限が上がりました。

## 6. まとめ

**CVK** シリーズは2相と5相、それぞれの特性を活かしつつ互換性を持たせ、用途に合わせて選びやすいラインアップになっています。使いやすさを重視したパルス駆動方式、電流設定、アラーム出力機能により、誰でも使いやすい製品を目標に開発を進めました。今後はラインアップの拡充により、より選びやすく使いやすいシリーズへと展開していきます。

### 参考文献

- (1) 金子 貴志, 「高トルク2相ステッピングモーター **PKP** シリーズの特長」, RENA, No.177, (2013), pp11-16

筆者



瀬谷 茂樹

MS 事業部