

# SANMOTION Fシリーズ 2相56角1.8°ステッピングモータの開発

依田 昌悟  
Shogo Yoda

中武 耕二  
Koji Nakatake

依田 泰志  
Yasushi Yoda

関 貴祥  
Takayoshi Seki

松尾 亮  
Ryo Matsuo

山添 史晴  
Fumiharu Yamazoe

## 1. まえがき

ステッピングモータは、オープンループ制御が可能であり、位置・速度センサが無くても、高精度な位置決めや速度制御ができるため、システム全体をシンプルに構築できる。そのため、OA機器や一般産業用機器など幅広い分野で使用されている。近年は、特に半導体製造装置や医療機器向けの需要が増えており、高トルク、低騒音および省エネルギー化が求められ、2017年に「SANMOTION F 2相42角1.8°ステッピングモータ」<sup>(1)</sup>を発売し、好評を得ている。

このような背景のもと、フランジサイズ56mm角の「SANMOTION F 2相56角1.8°ステッピングモータ」を開発し、ラインアップに追加した。

開発品は従来品に対してトルクを約40%アップするとともに、低騒音化と高効率化を図った。また、オプションのラインアップを充実した。

本稿では、まず開発品の外観およびラインアップと仕様諸元を示す。次に開発品の特長である高トルク、低騒音および省エネルギー化のための設計の考え方とその手段を説明するとともに、従来品との比較を示す。また、カスタマイズ性とオプションなどのラインアップについても説明する。

## 2. 開発品の仕様

### 2.1 外観

図1に本開発品の外観を示す。従来品(103H712シリーズ)はモータとリード線が一体になっている仕様であったが、開発品はコネクタタイプを標準にした。コネクタタイプにすることで、装置にモータを取り付けた後にハーネスの接続ができるため、従来品に比べてリード線の引き回しや、モータの取り付けが容易になる。また、従来品はハーネスのカスタマイズごとに機種数が増えてしまい、お客様の部品管理が複雑になっていた。開発品はハーネスのカスタマイズを中継ハーネスで対応できるため、モータの共通化により部品の管理がしやすくなる。

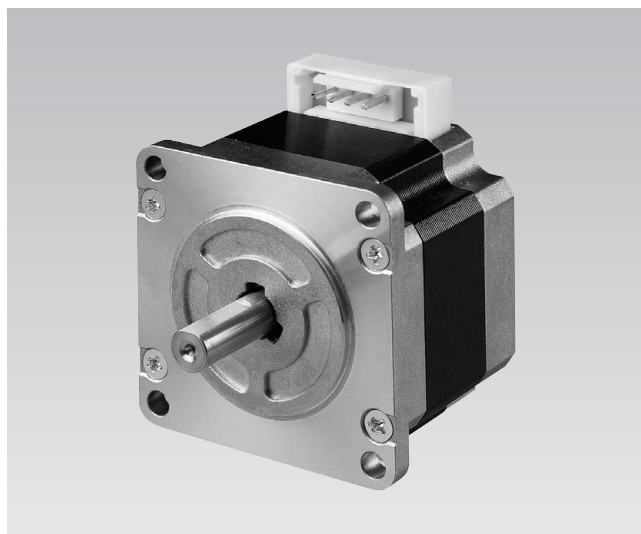


図1 開発品の外観 (SM2562タイプ バイポーラ仕様)

### 2.2 外形寸法

図2に本開発品の主な外形寸法を示す。フランジサイズは56mm角であり、取り付けピッチおよび、取り付けインローは従来品と同一にした。これにより、従来品からの置き換え時も、お客様は装置の取り付け諸元を変更する必要がない。また、軸径はモータのトルクアップを考慮し、シャフト強度をアップしたφ8を標準にした。

お客様からの軸仕様のカスタマイズのご要望は、従来どおり可能である。

### 2.3 ラインアップと主要諸元

表1にユニポーラ仕様、表2にバイポーラ仕様のラインアップと主要諸元を示す。開発品は、モータ全長41.8mm、53.8mm、75.8mm、85.8mmの4種類、特性の異なるユニポーラ仕様12種類とバイポーラ仕様20種類、そして片軸仕様と両軸仕様の2種類、合計64機種を標準品としてラインアップした。モータ全長は従来品と同等以下であり、お客様の装置仕様を変更することなく置き換えることはもちろんのこと、トルクアップによりモータ長の1サイズダウンも検討可能である。

また、標準品は安全規格のUL/cULに適合している。

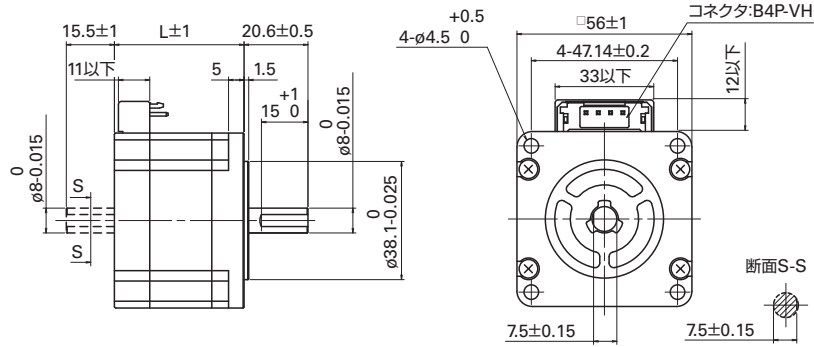


図2 開発品の外形寸法

表1 ユニポーラ仕様のラインアップと主要諸元

型番		ホールディングトルク 2相励磁時 N・m以上	定格電流 A/相	巻線 インダクタンス mH	ロータ イナーシャ × 10 <sup>-4</sup> kg・m <sup>2</sup>	質量 kg	モータ長 (L) mm
片軸	両軸						
SM2561C10U41	SM2561C10U11	0.53	1	6.8	0.14	0.49	41.8
SM2561C20U41	SM2561C20U11	0.53	2	1.8	0.14	0.49	41.8
SM2561C30U41	SM2561C30U11	0.53	3	0.77	0.14	0.49	41.8
SM2562C10U41	SM2562C10U11	1.1	1	12.6	0.28	0.69	53.8
SM2562C20U41	SM2562C20U11	1.1	2	3.3	0.28	0.69	53.8
SM2562C30U41	SM2562C30U11	1.1	3	1.37	0.28	0.69	53.8
SM2563C10U41	SM2563C10U11	1.7	1	17	0.5	1.1	75.8
SM2563C20U41	SM2563C20U11	1.7	2	4.2	0.5	1.1	75.8
SM2563C30U41	SM2563C30U11	1.7	3	1.75	0.5	1.1	75.8
SM2564C10U41	SM2564C10U11	1.75	1	22	0.6	1.27	85.8
SM2564C20U41	SM2564C20U11	1.75	2	5.4	0.6	1.27	85.8
SM2564C30U41	SM2564C30U11	1.75	3	2.2	0.6	1.27	85.8

表2 バイポーラ仕様のラインアップと主要諸元

型番		ホールディングトルク 2相励磁時 N・m以上	定格電流 A/相	巻線 インダクタンス mH	ロータ イナーシャ × 10 <sup>-4</sup> kg・m <sup>2</sup>	質量 kg	モータ長 (L) mm
片軸	両軸						
SM2561C10B41	SM2561C10B11	0.75	1	13.5	0.14	0.49	41.8
SM2561C20B41	SM2561C20B11	0.75	2	3.5	0.14	0.49	41.8
SM2561C30B41	SM2561C30B11	0.75	3	1.5	0.14	0.49	41.8
SM2561C40B41	SM2561C40B11	0.75	4	0.85	0.14	0.49	41.8
SM2561C60B41	SM2561C60B11	0.75	6	0.38	0.14	0.49	41.8
SM2562C10B41	SM2562C10B11	1.4	1	25.5	0.28	0.69	53.8
SM2562C20B41	SM2562C20B11	1.4	2	6.5	0.28	0.69	53.8
SM2562C30B41	SM2562C30B11	1.4	3	2.9	0.28	0.69	53.8
SM2562C40B41	SM2562C40B11	1.4	4	1.5	0.28	0.69	53.8
SM2562C60B41	SM2562C60B11	1.4	6	0.72	0.28	0.69	53.8
SM2563C10B41	SM2563C10B11	2.35	1	36	0.5	1.1	75.8
SM2563C20B41	SM2563C20B11	2.35	2	9.5	0.5	1.1	75.8
SM2563C30B41	SM2563C30B11	2.35	3	4.2	0.5	1.1	75.8
SM2563C40B41	SM2563C40B11	2.35	4	2.4	0.5	1.1	75.8
SM2563C60B41	SM2563C60B11	2.35	6	1.05	0.5	1.1	75.8
SM2564C10B41	SM2564C10B11	2.5	1	41	0.6	1.27	85.8
SM2564C20B41	SM2564C20B11	2.5	2	11	0.6	1.27	85.8
SM2564C30B41	SM2564C30B11	2.5	3	4.9	0.6	1.27	85.8
SM2564C40B41	SM2564C40B11	2.5	4	2.8	0.6	1.27	85.8
SM2564C60B41	SM2564C60B11	2.5	6	1.15	0.6	1.27	85.8

### 3. 開発品の特長

#### 3.1 高トルク

開発品は従来品に対して、使用速度領域のトルクを約40%アップした。図3に開発品と従来品の回転速度-トルク特性比較を示す。ステッピングモータは固定子と回転子の空隙がとても狭く、空隙の磁束量がトルクに大きく影響する。そのため、開発品では残留磁束密度の高いマグネットを採用し、固定子や回転子など部品の加工精度を向上するとともに、組立の工程や設備を工夫した。加工精度とモータの組立精度を向上することで、従来の生産性や品質を維持しつつ空隙長を28%短縮した。空隙の磁束量を増加する設計とし、高速域も含めてトルクをアップしたことにより、お客さま装置の高速化に貢献できる。

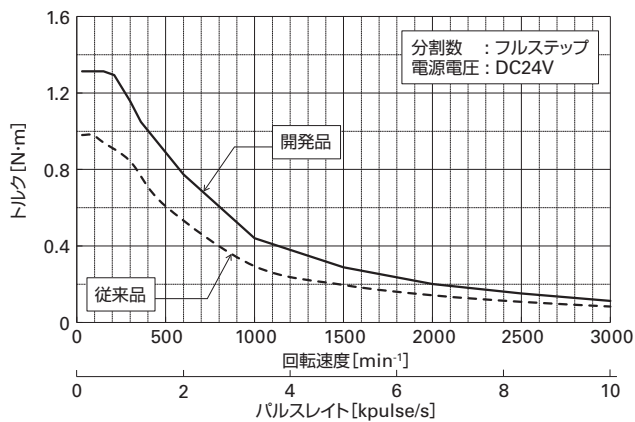


図3 回転速度-トルク特性比較 (SM2562C30B41)

#### 3.2 低騒音

開発品は従来品と比較して、使用速度領域の騒音レベルを3dB低減した。これは音響エネルギーを半減したことに相当する。ステッピングモータは医療機器に採用されることも多く、医療従事者や患者に近いところで装置が使用される。そのため、低騒音であることが望ましい。低騒音化を達成するため、以下の工夫をおこなった。

(1) ステータコアの高剛性化

ステータコアの構造解析をおこない、ステータ構造の剛性がアップするようバックヨークやボールの形状を決定した。

(2) モータの高剛性化

ブラケットとステータとの嵌合部を組み立てやすさと高剛性が両立するように工夫した。締め代と嵌合長さの最適化を図った。

このように、ステータ構造およびモータの高剛性化を図ることで、振動固有値を最適に配分し騒音低減を実現した。

#### 3.3 モータ効率向上による省エネルギー化

開発品は従来品と比較して、効率を約3%向上した。巻線のスロット内占積率を向上して銅損を低減し、さらに、コアの最適設計により鉄損を低減することで全損失を低減した。これらの損失低減と先に述べた高トルク化により、従来品よりも少ない入

力電流で同等のトルクが得られる。

図4に一例としてSM2562C30B41の入力電流とモータの温度上昇値の比較を示す。従来品にトルクを合わせた場合、開発品は入力電流を27%低減することができ、その結果、モータの温度上昇値は48%低減する。装置の発熱を抑制し、省エネルギー化に貢献できる。

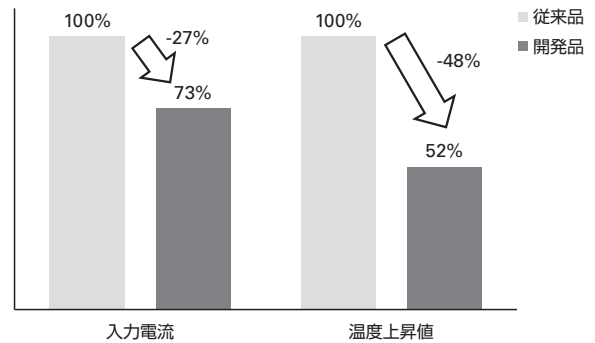


図4 入力電流と温度上昇値の比較 (SM2562C30B41)

#### 3.4 カスタマイズ性と豊富なオプション

開発品は従来品同様にカスタマイズしやすい設計形態にした。軸形状変更やブラケットへのタップ穴の追加など、お客さまのご要望に合わせてカスタマイズが可能である。また、オプションを充実させ、ギヤ付やエンコーダ付などのオプションを標準でラインアップした。表3にオプションのラインアップを示す。ギヤ付モデルは低バックラッシュギヤを減速比違いで6種類、ハーモニックギヤは2種類ラインアップした。エンコーダ付も分割数違いで3種類、その他にも電磁ブレーキ付をラインアップした。お客さま装置に最適なカスタマイズが簡単にできるとともに、お客さまは、豊富なオプションを使って、自由度の高い装置設計ができる。

表3 オプションのラインアップ

低バックラッシュギヤ	減速比	1:3.6, 1:7.2, 1:10, 1:20, 1:30, 1:36
	バックラッシュ	0.55度以下
ハーモニックギヤ	減速比	1:50, 1:100
エンコーダ	基本分割数	1000, 2000, 4000P/R
	チャンネル数	3CH
	出力方式	ラインドライバ
	電源電圧	DC5V ± 5%
電磁ブレーキ	電源電圧	DC24V ± 5%
	静摩擦トルク	0.8N・m以上

## 4. むすび

本稿では、「SANMOTION F 2相56角1.8°ステッピングモータ」のラインアップと仕様諸元および特長を紹介した。

本開発品は、従来品に対してトルクを約40%アップするとともに、騒音を3dB低減、効率を約3%向上した。コネクタタイプにしたことで、ハーネスのカスタマイズに対してモータの共通化ができる。従来品との取り付け互換、サイズ互換を保つことで、従来品との置き換えも容易である。また、オプションのラインアップも充実した。

新しいステッピングモータは、使いやすくて、お客さま装置の新しい価値づくりに貢献できる製品である。今後も、ステッピングモータのさらなる性能向上や機能向上を目指し、より多くのお客さまに喜ばれる製品を開発していく所存である。

### 文献

- (1) 中武 耕二ほか6名：SANMOTION Fシリーズ2相42角1.8°ステッピングモータの開発  
SANYODENKI Technical Report No.45, pp.30-33 (2018.05)

### 執筆者

#### 依田 昌悟

サーボシステム事業部 設計第一部  
ステッピングモータの開発, 設計に従事。

#### 中武 耕二

サーボシステム事業部 設計第一部  
ステッピングモータの開発, 設計に従事。

#### 依田 泰志

サーボシステム事業部 設計第一部  
ステッピングモータの開発, 設計に従事。

#### 関 貴祥

サーボシステム事業部 設計第一部  
ステッピングモータの開発, 設計に従事。

#### 松尾 亮

サーボシステム事業部 設計第一部  
ステッピングモータの開発, 設計に従事。

#### 山添 史晴

サーボシステム事業部 設計第一部  
ステッピングモータの開発, 設計に従事。