

2相42mm角0.9°ステッピングモータ 「SANMOTION F」の開発

大橋 正明

Masaaki Oohashi

宮入 茂徳

Shigenori Miyairi

1. まえがき

ステッピングモータはオープンループ制御、高いハイビットレート特性など、他のモータに無い特長を有するため、OA機器・医療機器・半導体製造装置などの制御用モータとして広く使用されている。それらの機器は年々、高精度、小型化そして低コストが要求され、ステッピングモータも高精度、低振動、小型高トルク、低コストが求められている。

従来、高精度を要求する用途ではステップ角度の小さい5相ステッピングモータが使用されていたが、5相ステッピングモータは駆動回路が複雑になり、システム価格が高価になる。そのため、駆動回路がシンプルで、システム価格が安価である2相ステッピングモータでの高精度化が要求されている。

本稿では、この要求に応えるために新たに開発した2相42mm角0.9°ステッピングモータ「SANMOTION F」の製品概要と特長を紹介する。

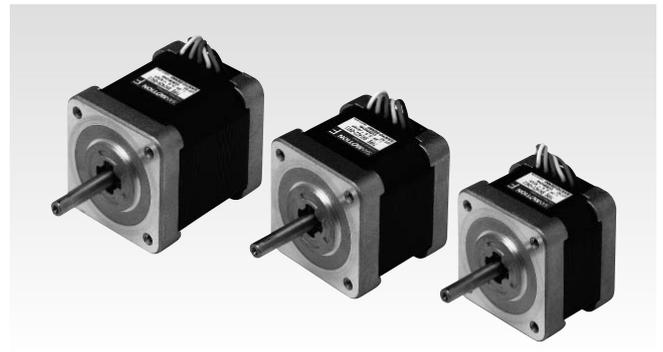


図1 モータの外観

2. 開発の背景

2.1 モータ外形

図1に開発したモータの外観を、図2に製品の外形形状寸法を示す。

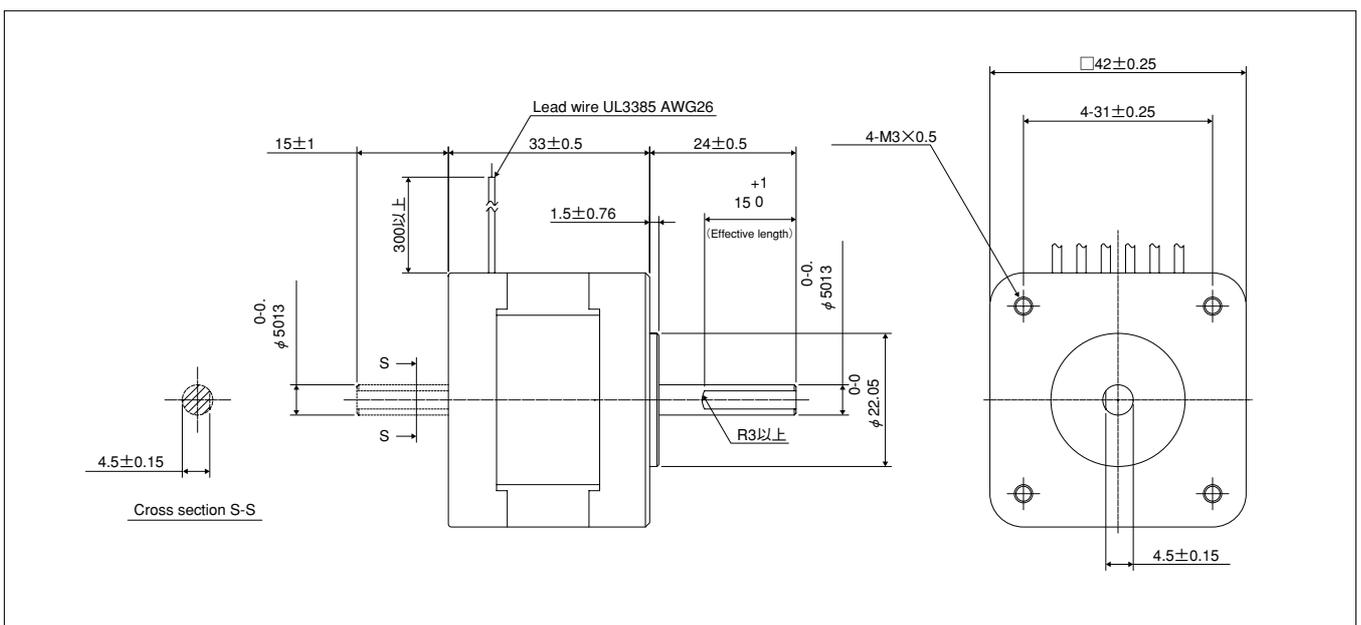


図2 2相42mm角0.9° ステッピングモータ「SANMOTION F」の外形形状寸法

表1 2相42mm角0.9° ステッピングモータ「SANMOTION F」仕様一覧

型番 Model			ホールディグトルク 2相励磁時	定格電流	巻線抵抗	巻線インダクタンス	ロータイナーシャ	質量
巻線方式	片軸	両軸	N・m MIN.	A/phase	Ω/phase	mH/phase	×10 ⁻⁴ kg・m ²	kg
ユニポーラ	SH1421-0441	-0411	0.2	1.2	2.7	3.2	0.044	0.24
バイポーラ	SH1421-5041	-5011	0.23	1	3.3	8		
	SH1421-5241	-5211	0.23	2	0.85	2.1		
ユニポーラ	SH1422-0441	-0411	0.29	1.2	3.1	5.3	0.066	0.29
バイポーラ	SH1422-5041	-5011	0.34	1	4	14		
	SH1422-5241	-5211	0.34	2	1.05	3.6		
ユニポーラ	SH1424-0441	-0411	0.39	1.2	3.5	5.3	0.089	0.38
バイポーラ	SH1424-5041	-5011	0.48	1	4.7	15		
	SH1424-5241	-5211	0.48	2	1.25	3.75		

2.2 仕様

表1に製品仕様一覧を示す。

巻線方式は主に国内で多く使用されているユニポーラタイプ(6本リード線)と欧米で多く使用されているバイポーラタイプ(4本リード線)を用意した。

尚、ユニポーラタイプは駆動回路がシンプルにできるため、システムコストが安価であり、バイポーラタイプはモータ巻線の利用率が高くなるため、大きなトルクが得られるのが特長である。

3. 製品の特長

3.1 高分解能

ロータとステータの小歯の数を増やすことで高分解能が得られる。今回、ロータとステータの金型精度を高め、小歯の数を通常の2倍に増やした。これにより、通常の基本ステップ角度1.8°に対して、基本ステップ角0.9°の高分解能を得ることができた。

3.2 低振動・低騒音

モータの構造を図3に示す。低振動および低騒音を目的として、ブラケットはステータの内径を基準に組み立てて行なう「内径インロータイプ」方式を採用した。

この方式は高いレベルでロータとステータの同芯度が得られるため、回転バランスがよくなり、低振動・低騒音化が図られる。

また、「内径インロータイプ」方式にすることで、ステータの剛性が高くなり、低振動・低騒音化が図られた。

図4に基本ステップ角1.8°のステッピングモータと、今回開発した基本ステップ角0.9°のステッピングモータの振動比較を示す。ほぼ全速度域で0.9°ステッピングモータの優位性が確認される。

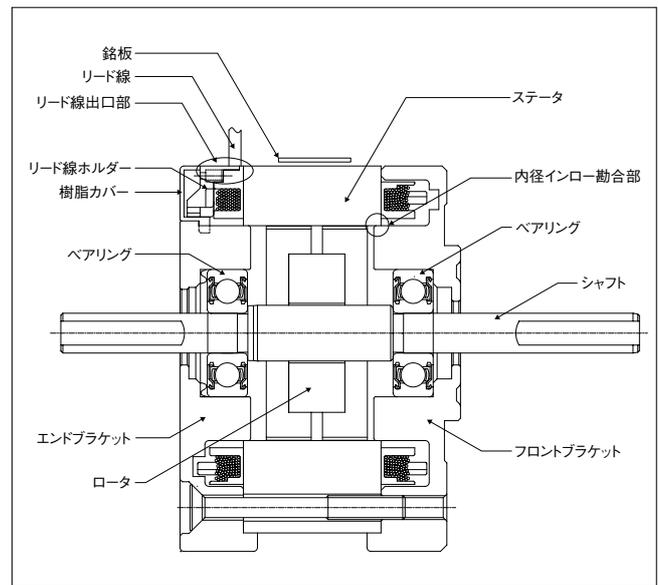


図3 モータの構造

3.3 高トルク

ステッピングモータを高トルク化することで、より大きな負荷を動かすことができる。また、負荷が同じ場合はより小型のモータを選択することが可能である。小型化が可能であれば、小スペース、低コストに加え、省資源化にも大きく貢献できる。

ステッピングモータのトルク特性に最も寄与するのはステータとロータの磁気回路設計であるが、今回、新たな手法の考案と多種のシミュレーションにより、最適な磁気回路の設計を行った。これらの効果により、トルクは従来品に対し約1.5倍に向上させることができた。

図5に今回開発した0.9°のステッピングモータと従来からある0.9°のステッピングモータのトルク特性比較を示す。

3.4 省スペース

多くのステッピングモータはリード線出口部がモータ角寸法から飛び出た突起がある。これはリード線とモータコイル電線

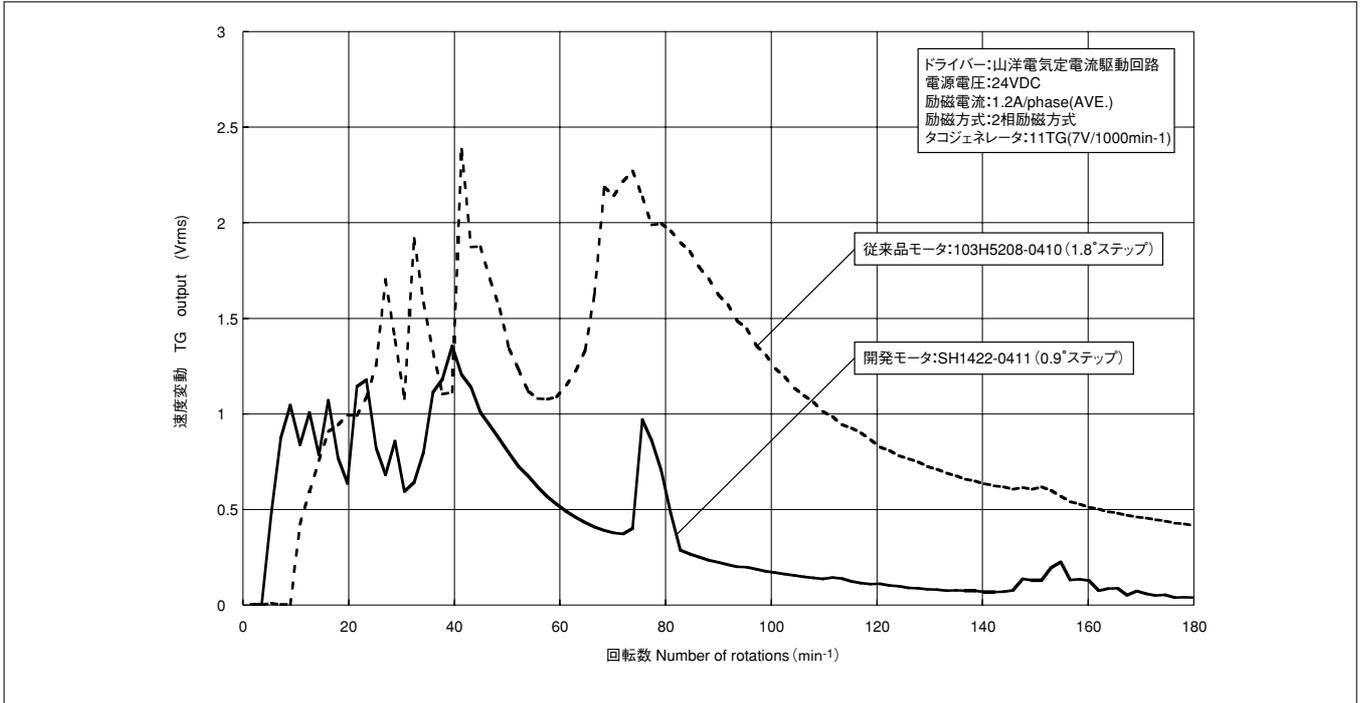


図4 基本ステップ角0.9°と1.8°の速度変動比較

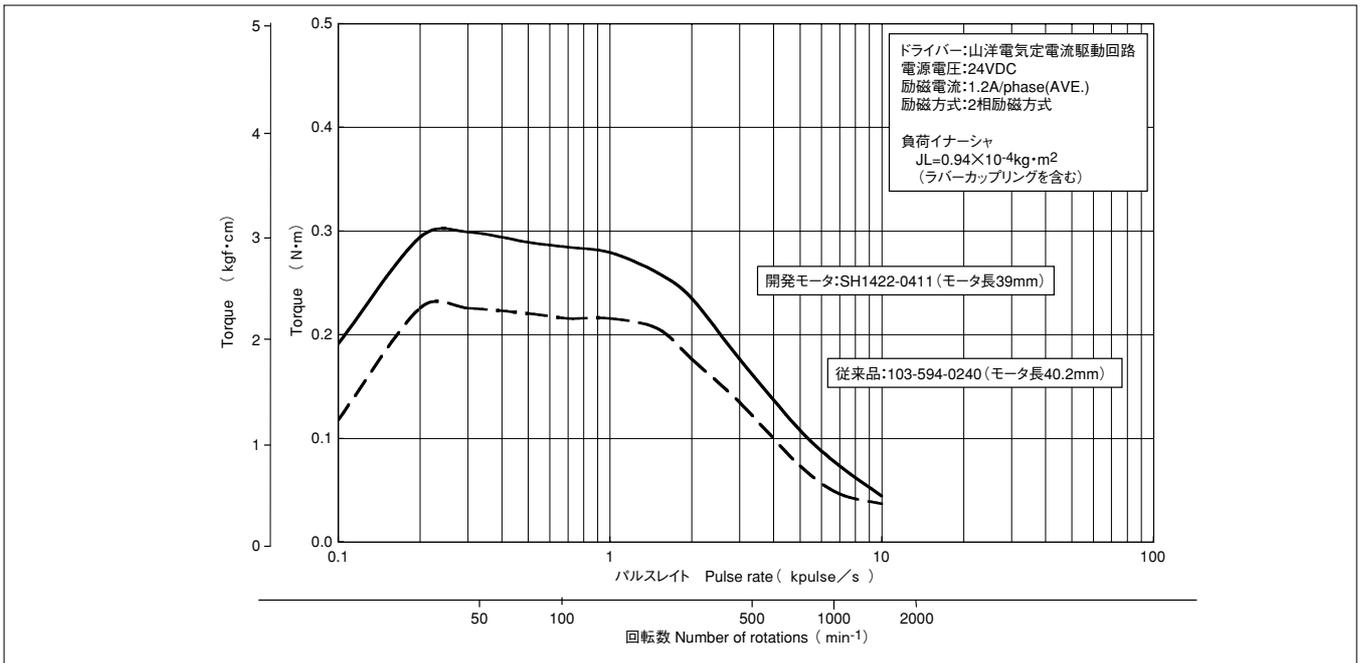


図5 トルク特性比較

の結線を行なうスペースをモータ内部に設けることが難しく、突起の中で結線をしているためである。

しかし、機器の小型化により、モータに与えられるスペースは年々減っており、リード線出口部の突起も機器の小型化の妨げになる。そのため、リード線出口部に突起の無いステッピングモータが望まれている。

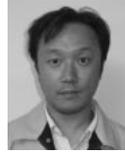
従来のリード線出口部に突起の無いステッピングモータの多くは、リード線とモータコイル電線の結線を、ステータスロットの中で行っているが、ステータスロットはモータコイルを取めるスペースであるため、このスペースをリード線とモータコイル電線の結線に使う場合、当然モータコイルの量が制限され、モータ特性(トルク・温度上昇)が低下することとなる。

これを解決するために、今回新たに「リード線ホルダー方式」を考案し採用した。「リード線ホルダー方式」は樹脂製のリード線ホルダーとエンドブラケットの構造を工夫することで、リード線とモータコイル電線の結線を省スペースで処理できるようにしている。また、本方式はステータスロットを使用しないためモータ特性を犠牲にせずにリード線出口部の突起を無くすことができ、省スペース化が実現できた。

4. むすび

2相42角0.9°ステッピングモータ「SANMOTION F」は、高分解能・小型・高トルクが実現され、OA機器・医療機器・半導体製造装置などの高精度・低コスト・小型化などに貢献できるモータである。

今後、本技術の他のモータへの展開と、さらなる高性能化に努める所存である。



大橋 正明

1982年入社
サーボシステム事業部設計第3部
ステッピングモータの設計・開発に従事。



宮入 茂徳

1990年入社
サーボシステム事業部設計第3部
ステッピングモータの設計・開発に従事。