

「SANMOTION R 3E Model」 AC400V 入力サーボアンプ

千野 晴彦

Haruhiko Chino

小池 宏明

Hiroaki Koike

片岡 隆

Takashi Kataoka

小山 雅久

Masahisa Koyama

押森 卓男

Takao Oshimori

松本 昭弘

Akihiro Matsumoto

小林 剛

Tsuyoshi Kobayashi

上條 晴彦

Haruhiko Kamijyou

水沢 正明

Masaaki Mizusawa

涌井 康洋

Wakui Yasuhiro

宮下 正樹

Masaki Miyashita

1. まえがき

サーボシステムは、高機能・高性能・高信頼性、そして省エネルギーなど様々な要求を満たすことが必要である。これらに対して、2014年に開発した「SANMOTION R 3E Model」のAC200V入力サーボアンプは、様々なお客様にご使用いただき、機械装置の性能や品質の向上、および省エネルギーに寄与している。

2007年に製品化した「SANMOTION R」シリーズAC400V入力サーボアンプは、搬送機械、一般製造装置など幅広い分野でご利用いただいている。しかしながら、近年では機能安全規格への適合や高速ネットワークへの対応、そしてIoTに代表されるように要求機能が多様化している。

本稿では、これらの要求に応えるべく「SANMOTION R 3E Model」シリーズに、新たにラインアップしたAC400V入力サーボアンプについて紹介する。

最初に「本開発品の概要」を説明し、「性能・機能」「製品の特長」「開発のポイント」の順に述べる。

2. 開発品の概要

2.1 外観・外形

今回開発したAC400V入力サーボアンプ（以下、開発品）は、アンプ容量25A、50A、100Aの3タイプである。

25Aの外観を図1に、25A、50A、100Aの外形図を図2～4に示す。

既存製品（RS1シリーズ）との互換性を維持するため、高さおよび奥行き寸法は従来製品と同一とした。

2.2 主要諸元

表1に開発品の仕様を示す。アナログ・パルス列入力のほか、今後ラインアップする様々なインタフェースや安全機能向上製品に対応する、AC400V入力サーボアンプのプラットフォーム製品である。



図1 開発品の外観 (25A)

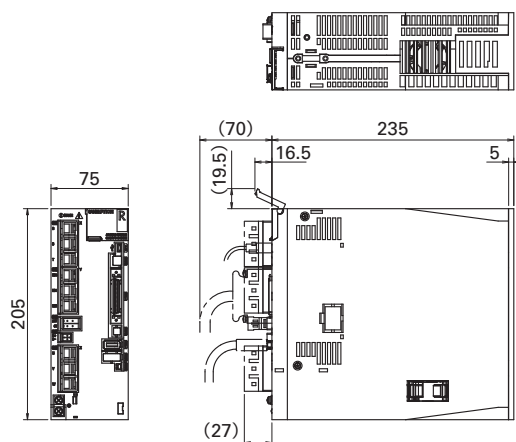


図2 外形図 (25A)

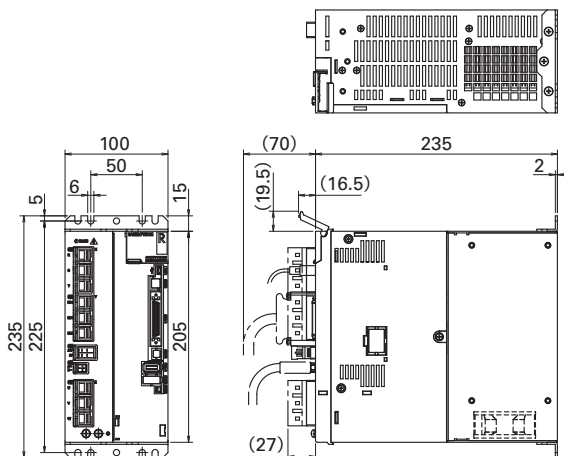


図3 外形図 (50A)

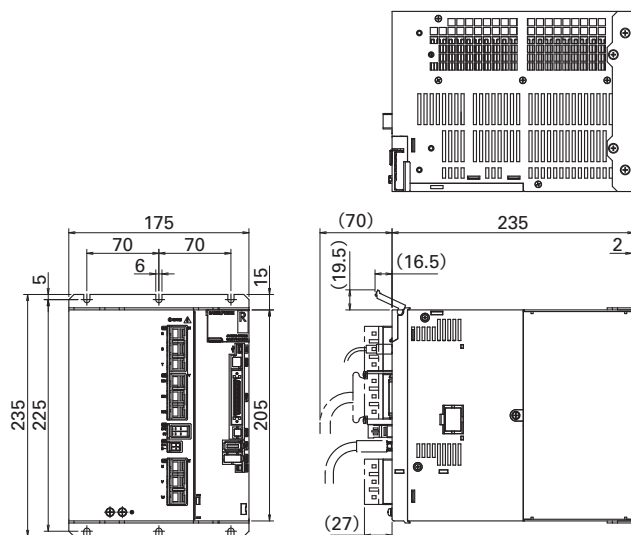


図4 外形図 (100A)

表1 主要諸元

アンブ容量	25A	50A	100A
制御電源電圧範囲	DC24V		
主回路電源電圧範囲	AC380 ~ 480V		
外形寸法	205H × 75W × 235D mm	205H × 100W × 235D mm	205H × 175W × 235D mm
連続出力電流	4.8Arms	12.0Arms	20.0Arms
瞬時最大電流	14.1Arms	29.2Arms	52.9Arms
適用モータ	0.55 ~ 2.0kW	1.0 ~ 3.5kW	3.5 ~ 5.5kW
適用エンコーダ	<ul style="list-style-type: none"> ・ アブソリュートエンコーダ (バッテリーバックアップ, バッテリレス) ・ 省配線パルスエンコーダ ・ HEIDENHAIN 社製 EnDat2.2 エンコーダ 		
制御モード	位置, 速度, トルク制御		
指令入力	位置	パルス列指令 (フォトカプラ絶縁)	
	速度, トルク	アナログ指令	
汎用入出力点数	入力×8点, 出力×8点		
速度周波数指令	2.2kHz (高速サンプリングモード)		
速度制御範囲	1 : 5000 (内部速度指令)		
機能	制御機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ タンデム運転制御 ・ デュアル位置フィードバック制御 	
	機械振動, 共振抑制	<ul style="list-style-type: none"> ・ FF 制振制御 (2段) ・ 軌跡制御用制振制御 ・ 適応ノッチフィルタ 	
	サーボ調整	<ul style="list-style-type: none"> ・ オートチューニング応答性 40段階 ・ サーボ調整支援機能 	
	立ち上げ, 監視, 診断	<ul style="list-style-type: none"> ・ 仮想モータ運転 ・ エンコーダ温度モニタ ・ 消費電力モニタ ・ アンブ温度モニタ ・ ドライブレコーダ 	
適合法規制	UL	UL61800-5-1	
	CSA	C22.2 No.274-13	
	低電圧指令	EN61800-5-1	
	EMC指令	EN61800-3, EN61326-3-1	
	機能安全	ISO13849-1/PL=e, EN61508/SIL3, EN62061/SILCL3	
	KCマーク	KN61000-6-2, KN61000-6-4	

適用モータは、新規開発製品のR2シリーズ400V入力0.55～5.5kWに対応する。

適用エンコーダは、当社のバッテリーバックアップ型とバッテリーレス型のアブソリュートエンコーダ、省配線パルスエンコーダに対応する。また、リニアモータシステムやフルクロードループ制御システム用として、HEIDENHAIN社製エンコーダ（インタフェース：EnDat2.2）に対応する。

3. 性能・機能

本開発品は「SANMOTION R 3E Model」シリーズAC200V入力サーボアンプと同性能・機能を実現している。

主な内容を示す。

3.1 高応答制御

「SANMOTION R 3E Model」として、速度フィードフォワードに微分補償を追加して、モデル追従制御の高速化を図り、応答性を向上した。理想的なモデルに追従できるフルクロードループ制御は、フルクロードループ制御でも高速な位置決めが実現できる。

また、位置決め制御と軌跡制御を切り替えて用いる用途での高速化のために、モデル追従（制振）制御とフィードバック制御を高速に切り替えるリアルタイム切り替え機能を搭載している。

3.2 機械共振・振動の抑制

機械共振を推定し、推定周波数を実際の制御系内のノッチフィルタに適用する適応ノッチフィルタを搭載して、機械の共振周波数の変動に対応できる。さらには、微振動の影響を増幅しない微振動抑制機能を搭載しているため、モータ停止時の共振を抑制でき、高ゲイン化を実現できる。

3.3 平均電力モニタ機能

サーボモータの回転速度と電流をもとに、サーボモータとサーボアンプの平均電力を推定する「平均電力モニタ機能」を搭載している。これにより、簡単にサーボアンプとサーボモータの消費電力量を監視でき、お客さまの装置の省エネ対策だけでなく部品や装置の故障などによる効率低下の監視も可能となる。

3.4 低騒音・低消費電力

サーボアンプ冷却ファンに可変速ファンを採用することにより、待機時の低騒音化と消費電力を当社従来比^{*1}で最大29%削減した。また、低損失パワーデバイスの採用により、消費電力も当社従来比^{*1}で最大15%削減している。

3.5 ユーザ支援機能

安全トルク遮断機能（Safe Torque Off）やシステム立ち上げ時のユーザ支援機能である「SANMOTION モータセットアップソフトウェア」に対応している。

また、使いやすさを追求した機能として、実際にモータを動かさずに上位装置からの指令にもとづき、サーボモータとサーボ

アンプの動作をシミュレートする「仮想モータ運転機能」を搭載している。実際にモータを駆動せずに装置の動作パターンを事前に確認できるため、立ち上げ時間の短縮が可能となる。

4. 製品の特長

4.1 保持ブレーキ出力

従来の「保持ブレーキタイミング信号」に対して、直接モータの保持ブレーキを駆動できる「保持ブレーキ電源付き出力」を標準で装備した。これによりお客さまがモータ保持ブレーキを制御するための回路を準備する必要がなくなり、利便性の向上や省配線によるコストの低減に貢献できる。

本機能は、「SANMOTION モータセットアップソフトウェア」で操作することが可能で、事前に保持ブレーキの動作を確認できるため、装置全体の動作や劣化の診断も可能となる。

4.2 簡単配線

当社の3.5kWを超えるサーボモータに対応したサーボアンプとして、全ての接続方法をコネクタ方式とした。特に主回路コネクタは、バナ式接続のコネクタを採用したことで、お客さまに専用工具を準備いただくことなく配線ができる。

4.3 UL61800-5-1に適合

本開発品は、米国規格UL61800-5-1（Power Drive System）に適合している。この規格は、サーボアンプ・インバータ製品向けの規格であり、それまで適用していたUL508C（Power Conversion Equipment）の要求内容に加えて、欧州規格EN61800-5-1の要求内容が追加された。この規格への適合により、さらに製品の安全性が高まるとともに、お客さまの装置におけるUL規格の新規取得やアップグレードが容易となる。

なお、開発品は欧州の低電圧指令、EMC指令、機能安全やカナダのCSA規格、韓国のKCマークの適合法規制にも適合している。

5. 開発のポイント

5.1 生産性・製造品質の向上

従来、パワー系部材が搭載されるプリント基板にはリード部品を多く使用していたが、本開発品では整流ダイオード、電解コンデンサなど表面実装部品を採用した。手挿入部品を減らすことで、生産の自動化に適した設計とした。

また、コネクタのはんだブリッジの対策や視認性の向上のため、シルク色を黄色に統一するなど、ヒューマンエラーを防止するプリント基板とした。これらの工夫により生産性および製造品質の向上を図った。

5.2 問題点の早期改善

開発の初期段階から放熱フィンや冷却ファンによる発熱部品の熱流体解析を実施し、最適な冷却効果が得られる構造とした。図5に25Aアンプの解析例を示す。冷却ファンの送風がスムー

ズに流れることで局所的な温度上昇が抑えられ、放熱フィン全体で冷却していることがわかる。

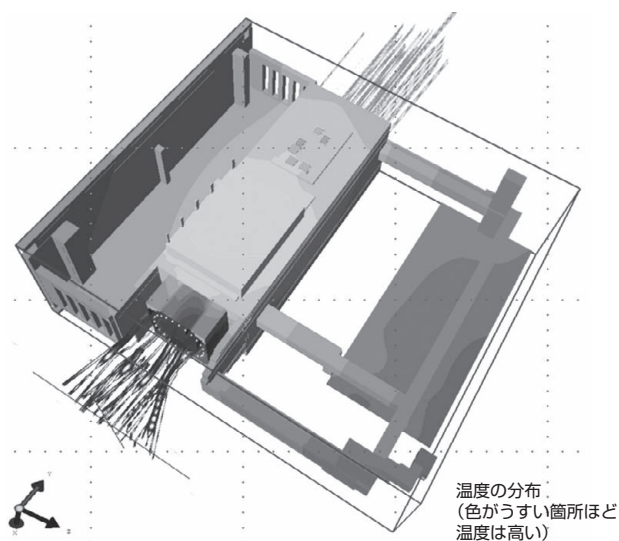


図5 25Aアンプの熱流体解析

また、試作段階から近傍磁界解析を活用することにより、プリント基板の品質を高め、設計の効率化を図った。試作基板のノイズレベルの高い場所を特定し、部品配置や配線パターンを見直して、最適な対策を量産基板へ適用した。図6に解析適用例を示す。試作基板は、右側中央部にノイズレベルの高い色の濃い箇所が観測されたが、量産基板では色がうすくなり、ノイズレベルが低減されていることがわかる。

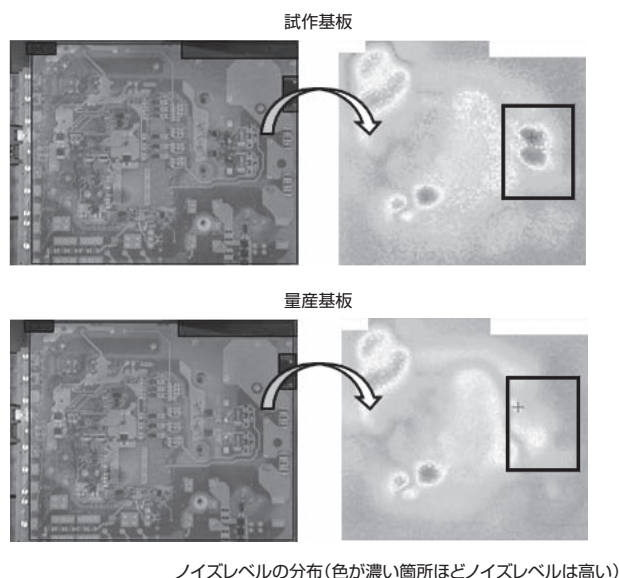


図6 近傍磁界解析の適用例

6. むすび

本稿では、ACサーボアンプ「SANMOTION R 3E Model」に新たにラインアップしたAC400V入力サーボアンプの概要、性能・機能、および特長を紹介した。

本開発品は従来品と比較して、高性能・高機能であり、安全性や使い勝手も向上した製品である。特に、平均電力モニターや保持ブレーキ電源付き出力は、お客様の利便性の一助となる機能である。また、製造品質や生産性の向上を図ったことで、品質が高く安定した製品を供給できるものと考えている。

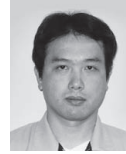
今後は、大容量サーボモータに対応したサーボアンプのラインアップを拡充し、さらにはサーボシステムに対する要求を常に捉えて、お客様の装置の価値を創造できるIoT機能を充実していく所存である。

※1：SANMOTION RシリーズAC400V入力サーボアンプ



千野 晴彦

1983年入社
サーボシステム事業部 設計第二部
システム製品の設計, 開発に従事。



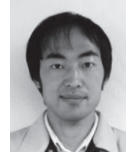
小林 剛

1991年入社
サーボシステム事業部 設計第二部
システム製品の設計, 開発に従事。



小池 宏明

1988年入社
サーボシステム事業部 設計第二部
システム製品の設計, 開発に従事。



上條 晴彦

2005年入社
サーボシステム事業部 設計第二部
システム製品の設計, 開発に従事。



片岡 隆

1988年入社
サーボシステム事業部 設計第二部
システム製品の設計, 開発に従事。



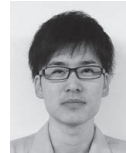
水沢 正明

2008年入社
サーボシステム事業部 設計第二部
システム製品の設計, 開発に従事。



小山 雅久

1990年入社
サーボシステム事業部 設計第二部
システム製品の設計, 開発に従事。



涌井 康洋

2012年入社
サーボシステム事業部 設計第二部
システム製品の設計, 開発に従事。



押森 卓男

1990年入社
サーボシステム事業部 設計第二部
システム製品の設計, 開発に従事。



宮下 正樹

2013年入社
サーボシステム事業部 設計第二部
システム製品の設計, 開発に従事。



松本 昭弘

1990年入社
サーボシステム事業部 設計第二部
システム製品の設計, 開発に従事。