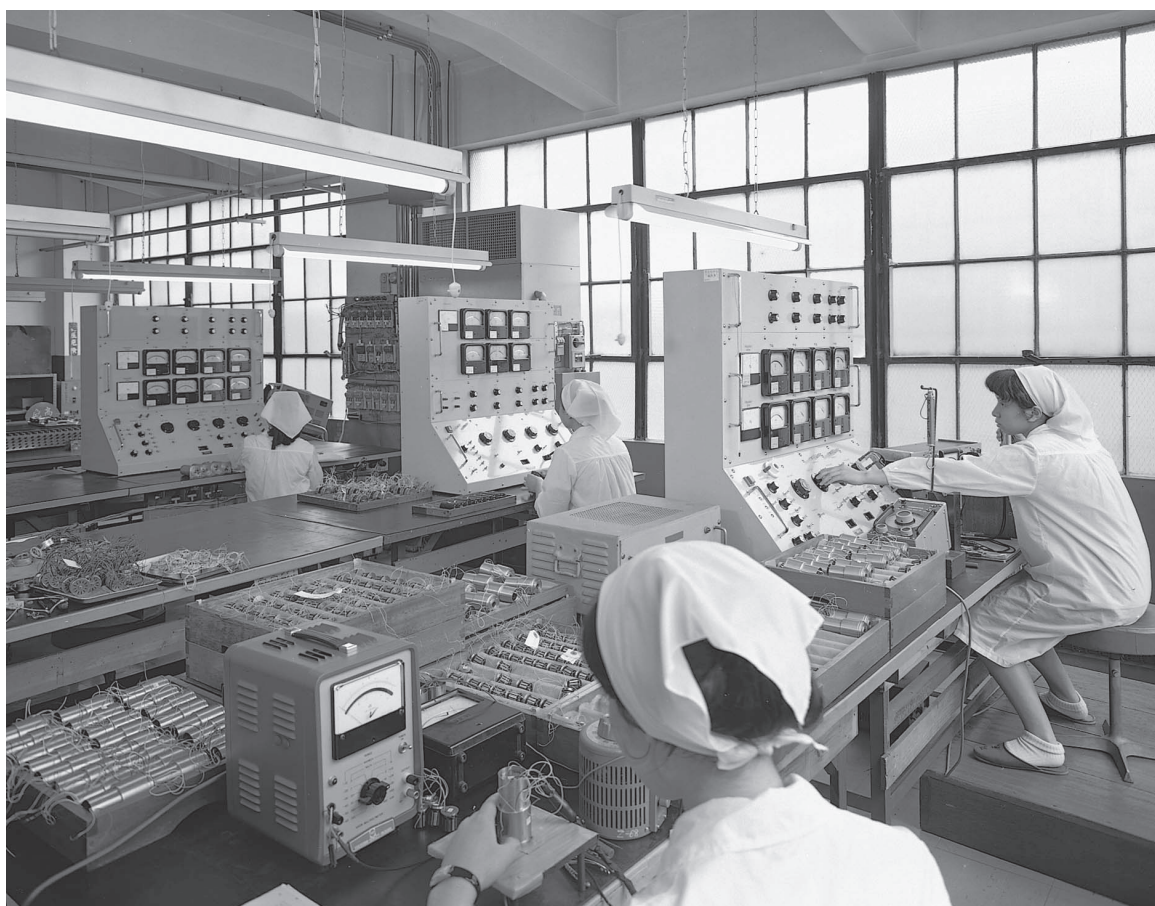


SANYO DENKI

Technical Report

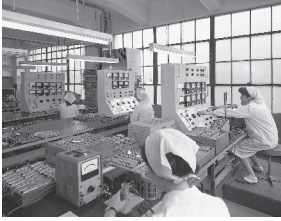
特集 | 2019年の技術成果



1968
Head Office and Tokyo Works

49

May 2020



COLUMN

表紙：

本社,東京工場

1968年

東京オリンピックが開催された1964年、当社では創業者山本秀雄が会長に就任し、山本浩が第二代社長を継ぎ、経営陣を刷新しました。この役員人事は、新旧世代の交代を図ったものであり、そこには今後の発展に賭ける当社の並々ならぬ決意が秘められていました。

その後、当社の小型回転機分野を飛躍的に押し上げる役割を果たした薄型冷却ファン「サンエース」の登場や、米国IBM社から、同社の電子計算機および周辺機器用として小角度ステッピングモータの大口受注を獲得するなど「世界の技術水準より一步先んじる山洋電気」として、新しい時代に向かって力強く躍進していきました。

東京工場では、これら一般小型回転機を生産し当社の発展を支えてきました。

お客さまに寄り添ったものづくり	執行役員 成瀬 素一郎	1
-----------------	-------------	---

特集：2019年の技術成果		3
---------------	--	---

■ クーリングシステム事業部

2019年の技術成果	渡辺 道徳	3
防油ファン「San Ace 40WF」「San Ace 60WF」 「San Ace 80WF」「San Ace 92WF」	柳沢 篤史 ほか	6
ø70×20mm厚 遠心ファン「San Ace C70」9TDタイプ	上野 宏治 ほか	13

■ パワーシステム事業部

2019年の技術成果	塩川 直彦	17
小容量無停電電源装置「SANUPS A11K-Li」のラインアップ拡充	村井 丈夫 ほか	20
Modbus機能を搭載した「LAN インタフェースカード」の開発	吉沢 勝浩 ほか	26

■ サーボシステム事業部

2019年の技術成果	成沢 康敬	33
「SANMOTION 20mm 幅小型シリンダタイプ リニアサーボモータ」の開発	唐 玉琪 ほか	36
「SANMOTION R 3E Model」位置決め機能内蔵サーボアンプの開発	伊藤 直弘 ほか	40

日本電機工業会 技術功績者表彰推薦者 2020年度／第69回	45
--------------------------------	----

主な特許	46
------	----

社内表彰 発明大賞（優秀賞）（2019年5月表彰）	47
---------------------------	----

社内表彰 モノづくり大賞（優秀賞）（2019年5月表彰）	48
------------------------------	----

社外発表 一般技術誌（2019年1月～12月）	48
-------------------------	----

社外発表 技術論文（2019年1月～12月）	48
------------------------	----

お客さまに寄り添ったものづくり

執行役員 成瀬 素一郎 *Motoichiro Naruse*

2016年4月にスタートした山洋電気グループの第8次中期経営計画は、5か年計画の最終年度を迎えます。

第8次中期経営計画の重要な取り組みのひとつに「品質・性能・信頼性において、『世界一の製品』を絶え間なく開発し続けること」があります。

単に製品開発に取り組むのではなく「絶え間なく開発し続けること」としてしています。この取り組みを実現するために、設計環境（人・設備）の充実、研究開発費の確保も重要ですが、当社グループは、「お客さまに寄り添い、お客さまの声を聞くこと」に重点をおいています。

また、原材料・部材を供給いただいている協力会社、取引会社さまに寄り添い、その声を聞くことも重要視しています。双方の工場見学会、技術交流会などを通して、原材料・部材の最新技術の情報を入手し、製品開発にタイムリーに生かせる関係づくりに取り組んでいます。

さらに、「世界一の製品」を提供するために、販売台数を重視した製品開発ではなく、品質・性能・信頼性において、「質」を最重視する製品開発を進めています。「質」を最重視した開発方針は、さまざまな市場において当社製品の差別化につながっています。

本号では、「2019年の技術成果」として、2019年にリリースした主な新製品と技術を紹介します。

クーリングシステム製品、パワーシステム製品およびサーボシステム製品ともに、お客さまに寄り添ったものづくりの成果を盛り込んだ内容になっています。

「San Ace コントローラ」は、IoTの普及により、インターネット経由で当社のファンを遠隔監視・予防保全したいというお客様の声を実現しています。ファンの自動制御機能によって回転速度の過剰な上昇を抑制できるため、お客様の装置の低騒音化、省エネルギーの実現にも貢献します。

近年多発している台風・地震などの災害により、通信基地局や防災用の遠隔監視装置通信など、屋外通信機器向けのバックアップの需要が増えています。リチウムイオン電池を搭載した無停電電源装置「SANUPS N11B-Li」は、屋外で使用するため、使用温度範囲が広く、バッテリー交換不要にしたいというお客様の声を実現しています。

「SANMOTION K」シリーズは、60年以上の「ものづくり」の歴史を持つDCサーボモータの新製品です。まさに、「絶え間なく開発し続けること」を実践している製品です。近年では、精密測定機器、医療機器に多くご使用いただいています。これらの用途では、測定精度向上のために、サーボモータには速度変動と温度上昇の低減が求められています。なおかつ、装置の設置環境は静寂ならびに、人の近くであるため、低騒音なサーボモータが必要です。このようなお客様の声に寄り添った製品になっています。

市場環境に目を向けますと、AI、IoT、5G通信、省力化、防災など、これらのキーワードに代表されるように市場環境の変化は激しく、そのスピードも加速しています。そして、その変化の広がりグローバルに展開しています。このような変化を得意にして、お客様の価値創造に貢献するために、山洋電気グループは、「お客様に寄り添ったものづくり」をこれからも絶え間なく続けてまいります。

クーリングシステム事業部

渡辺 道徳

Michinori Watanabe

次世代ネットワーク5G通信システムへの移行が進みつつある昨今、インターネットはわれわれの生活や社会インフラを支える非常に重要な基盤であり、これまでの生活様式や企業活動を大きく変える原動力となっている。

そのようななか、インターネット経由で遠隔制御と監視を可能としたIoT機能搭載の装置が社会に普及しており、装置

の安定動作を確保するため、容易にファンの遠隔制御・監視ができるIoT製品が求められている。

また、屋外設置される通信装置やデジタルサイネージでは、高性能化・高密度実装化により、高風量・高静圧な特性と高い環境性能をあわせ持ったファンが求められている。産業用設備や薄型の装置・機器においては、より高い冷却性

能を持つコンパクトなファンが求められている。

当社はこのような市場からの要求に応えるべく、業界初となるIoT製品や業界トップの高性能と高信頼性を有するファンを開発・製品化した。

以下に2019年に開発した製品の概要を紹介する。

■ IoT対応ファンコントローラ

● 「San Ace コントローラ」

ファンの遠隔操作および状態を監視することで装置の予防保全につなげることや、低騒音、省エネルギー化のために、お客様の装置の稼働状況に応じて、ファンの回転速度を制御する製品が求められている。

これらの要求に応えるため、当社では、業界に先駆け、ネットワーク環境に接続でき、かつ外部端末から遠隔操作・状態監視ができるIoT対応のファンコントローラ「San Ace コントローラ」を開発・製品化した。



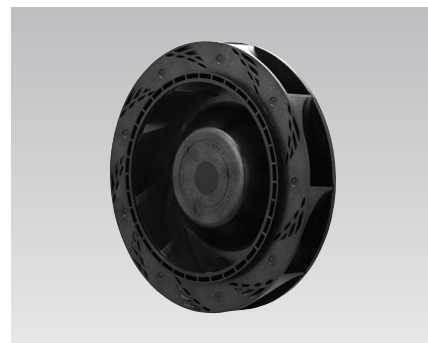
■ 防水遠心ファン

DCファン

● φ150×35mm厚「San Ace 150W」9W2Tタイプ

EV用急速充電器や通信キャビネット、デジタルサイネージなどの市場では装置を屋外に設置するケースが多くなり、より高い防水性能を持った遠心ファンが求められている。

このような市場の要求に応えるため、業界トップ^(注1)の高風量・高静圧を有するφ150×35mm厚サイズの「San Ace 150W」9W2Tタイプを開発・製品化した。



注1 2019年3月12日現在。産業用防水遠心ファンとして。同サイズの場合。当社調べ。

■ 防水ブローア

DCファン

● 97×33mm厚「San Ace 97W」9W1Bタイプ

近年、バッテリーパック、換気システム、業務用厨房機器、デジタルサイネージといった市場で、高静圧領域で使用できるブローアの需要が増えている。これらの装置は屋外など、厳しい環境のなかで使用されることも多い。

このような市場の要求に応えるため、保護等級IP68対応で同サイズ防水ブローアとしては業界トップ^(注2)の高風量、高静圧を有する「San Ace 97W」9W1Bタイプを開発・製品化した。



注2 2019年3月26日現在。防水ブローアとして。同サイズの場合。当社調べ。

■ 防油ファン

DCファン

- 40×20mm厚「San Ace 40WF」9WFAタイプ
- 60×20mm厚「San Ace 60WF」9WFAタイプ
- 80×20mm厚「San Ace 80WF」9WFAタイプ
- 92×32mm厚「San Ace 92WF」9WFAタイプ
- 92×25mm厚「San Ace 92WF」9WFAタイプ

防油ファンが主に採用されているサーボンプ/コントローラは高機能化が進み、搭載される防油性能を有したファンには従来と比べ、より高い冷却性能が求めら

れている。またこれらの用途では40mm角～92mm角ファンが採用されることが多い。

このような要求に応えるため、業界トッ

プ^(注3)の高風量、高静圧を有する5機種の防油ファン9WFAタイプを開発・製品化した。

注3 製品の発売時点。防油ファンとして。同サイズの場合。当社調べ。



■ 遠心ファン

DCファン

• $\phi 70 \times 20\text{mm}$ 厚「San Ace C70」9TDタイプ

グラフィックカードなどの装置に組み込まれる小型・薄型の機器では、高性能化にともない高い冷却性能が求められている。

また限られた装置内のスペースを有効活用するため、コンパクトな遠心ファンが

このような市場の要求に応えるため、業界トップ^(注4)の高風量、高静圧を有する $\phi 70 \times 20\text{mm}$ 厚サイズの「San Ace C70」9TDタイプを開発・製品化した。



注4 2019年10月29日現在。産業用遠心ファンとして。同サイズの場合。当社調べ。

執筆者

渡辺 道德

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの設計・開発に従事。

防油ファン

「San Ace 40WF」「San Ace 60WF」 「San Ace 80WF」「San Ace 92WF」

柳沢 篤史

Atsushi Yanagisawa

高桑 宗仙

Munenori Takakuwa

御供 重一

Shigekazu Mitomo

皆瀬 尊

Takashi Kaise

竹内 清二

Seiji Takeuchi

山崎 嘉久

Yoshihisa Yamazaki

奥田 裕介

Yusuke Okuda

翠川 達也

Tatsuya Midorikawa

長塚 幸弘

Yukihiro Nagatsuka

小澄 直也

Naoya Ozumi

犬飼 将弘

Masahiro Inukai

クオン ヒュクジュン

Kwon Hyukjun

1. まえがき

工作機械や産業ロボットの制御にはサーボアンプやコントローラなどが使われ、これら装置の冷却用にはファンが使用されている。また、これら装置はオイルミストの雰囲気中に設置されることが多く、こうした環境では信頼性の高い防油ファンが採用されている。近年では装置の高機能化にともない発熱量が増加していることから、搭載される防油ファンの冷却性能の向上が求められている。

この要求に応えるため、高性能防油ファン「San Ace 40WF」「San Ace 60WF」「San Ace 80WF」「San Ace 92WF」9WFAタイプの4機種を開発し製品化した。本稿に製品の特長と性能を紹介する。

2. 開発品の特長

図1～4に開発品の外観を示す。開発品「San Ace 40WF」「San Ace 60WF」「San Ace 92WF」は、ファンサイズと取り付け穴位置に従来品との互換性を保ちながら、高風量化・高静圧化を実現している。開発品「San Ace 80WF」は、80mm角サイズの防油ファンではこれまでにない薄型サイズの□80×20mm厚サイズで、高風量化・高静圧化を実現している。



図1 □40×20mm厚
「San Ace 40WF」
9WFAタイプ

図2 □60×20mm厚
「San Ace 60WF」
9WFAタイプ

図3 □80×20mm厚
「San Ace 80WF」
9WFAタイプ

図4 □92×32mm厚
「San Ace 92WF」
9WFAタイプ

開発品の構造上の特徴を以下に示す。

- (1) 活電部へのコーティングの外観を図5に示す。耐油性に優れた材料で活電部(巻線, 回路)をコーティングすることで保護している。
- (2) 羽根外周部とフレーム内周部のクリアランスを一般ファンと比較して大きく確保し, オイルミストや塵埃の付着による影響を防いでいる。



図5 活電部のコーティング

3. 開発品の概要

3.1 寸法諸元

開発品の寸法諸元を図6～9に示す。

ファンの外径サイズ, 取り付け寸法など, 従来品と互換性を保っている。

3.2 期待寿命

開発品の周囲温度60°Cにおける期待寿命(残存率90%, 定格電圧連続運転, フリーエア状態, 常湿)は, 40,000時間である。

3.3 特性

3.3.1 一般特性

開発品の一般特性を表1に示す。防油ファンの採用が多いファクトリーオートメーション業界向けに, 定格電圧は24Vを用意した。

3.3.2 風量-静圧特性

図10～13の開発品の風量-静圧特性例は, 定格電圧と使用電圧範囲上下限を示している。

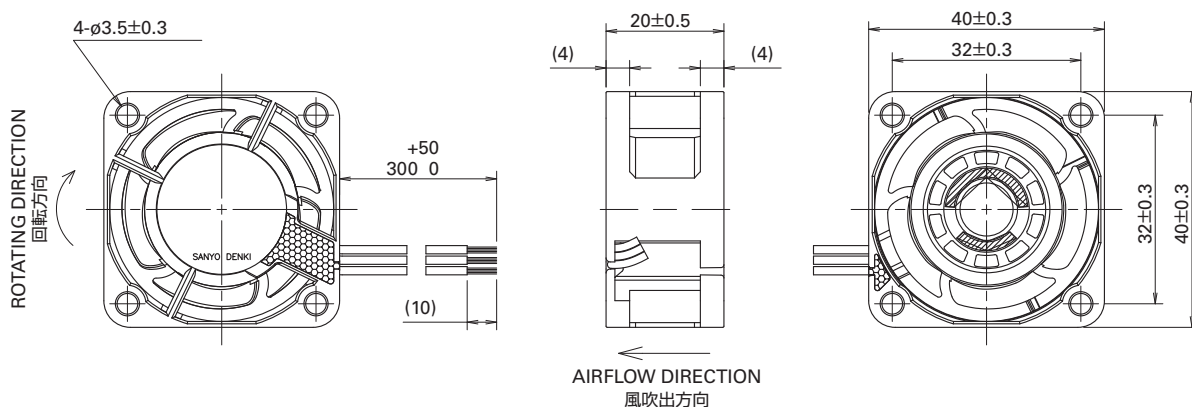


図6 「San Ace 40WF」寸法緒元 (単位: mm)

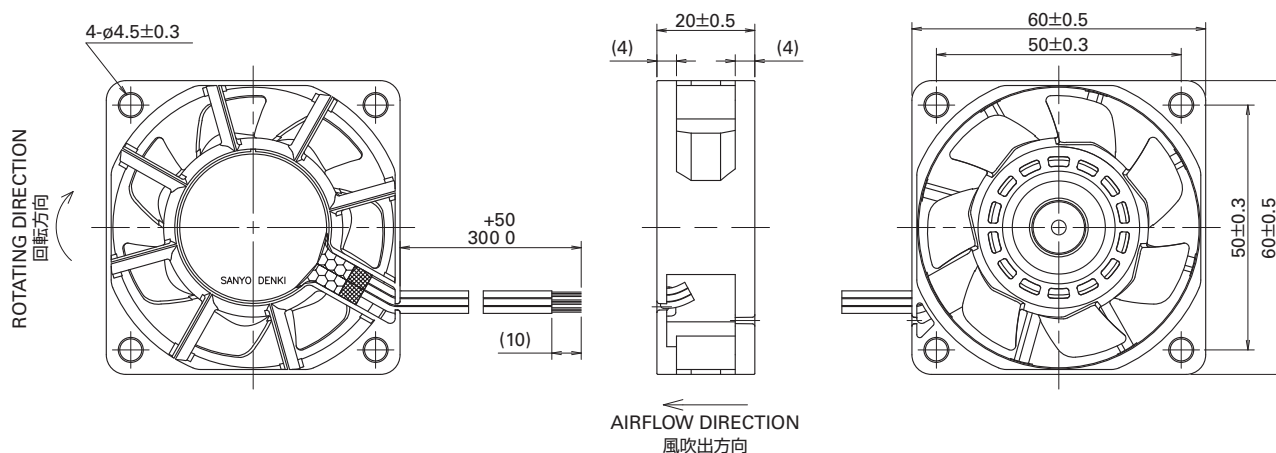


図7 「San Ace 60WF」寸法緒元 (単位: mm)

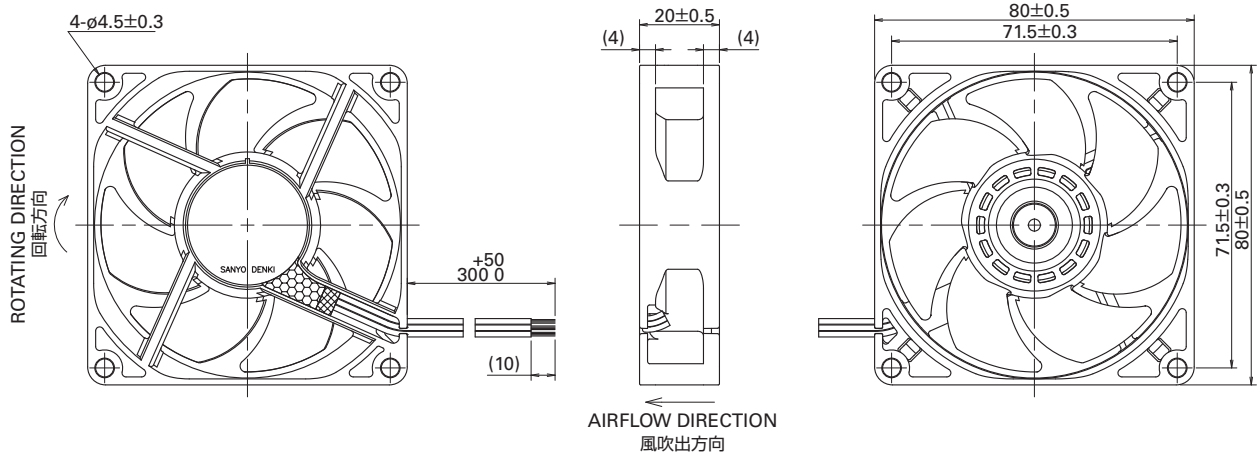


図8 「San Ace 80WF」寸法緒元 (単位: mm)

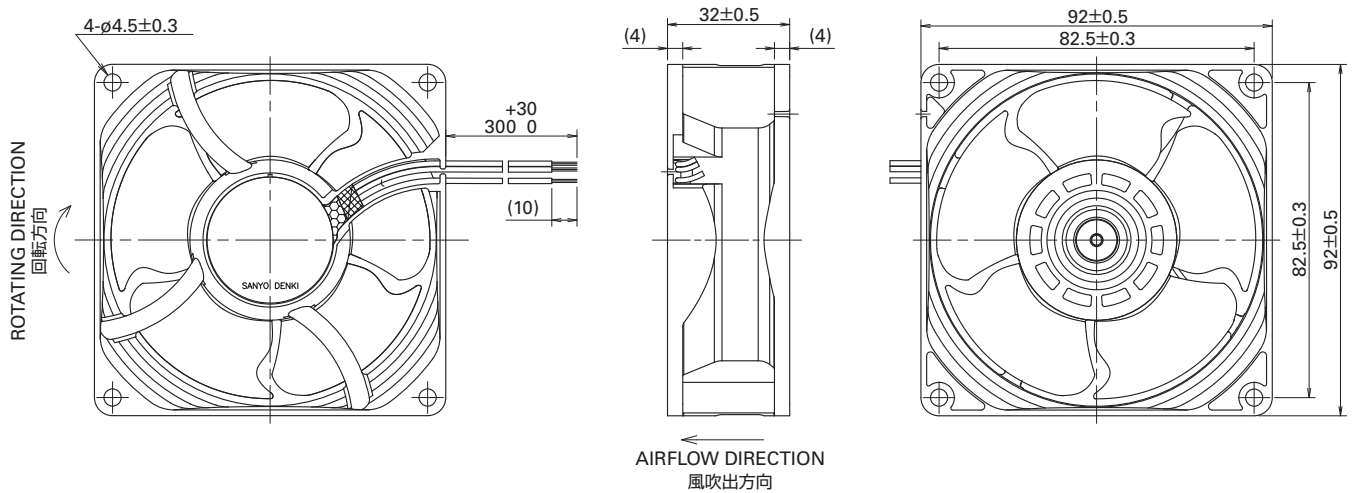


図9 「San Ace 92WF」寸法緒元 (単位: mm)

表1 開発品の一般特性

型番	定格電圧 [V]	使用電圧範囲 [V]	定格電流 [A]	定格入力 [W]	定格回転速度 [min ⁻¹]	最大風量		最大静圧		音圧レベル [dB(A)]	使用温度範囲 [°C]	期待寿命 [h]
						[m ³ /min]	[CFM]	[Pa]	[inchH ² O]			
9WFA0424G6001	24	20.4~27.6	0.11	2.6	17,000	0.31	10.9	170	0.68	48	-20 ~ +70	40000/60°C (70000/40°C)
9WFA0624G6001		15 ~ 27.6	0.16	3.8	7,700	0.79	27.9	158	0.63	48		
9WFA0824G6001		15 ~ 27.6	0.15	3.6	6,000	1.44	50.8	105	0.42	48		
9WFA0924G2001		12 ~ 27.6	0.58	13.9	9,600	3.1	109.5	380	1.53	63		

※ 周囲温度40°Cの場合の期待寿命は参考値です。

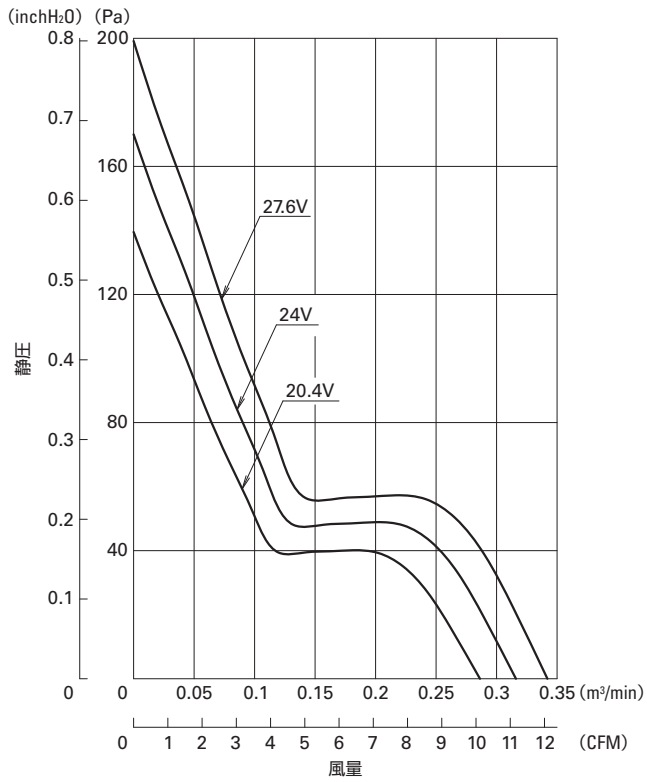


图 10 「San Ace 40WF」風量—静圧特性例

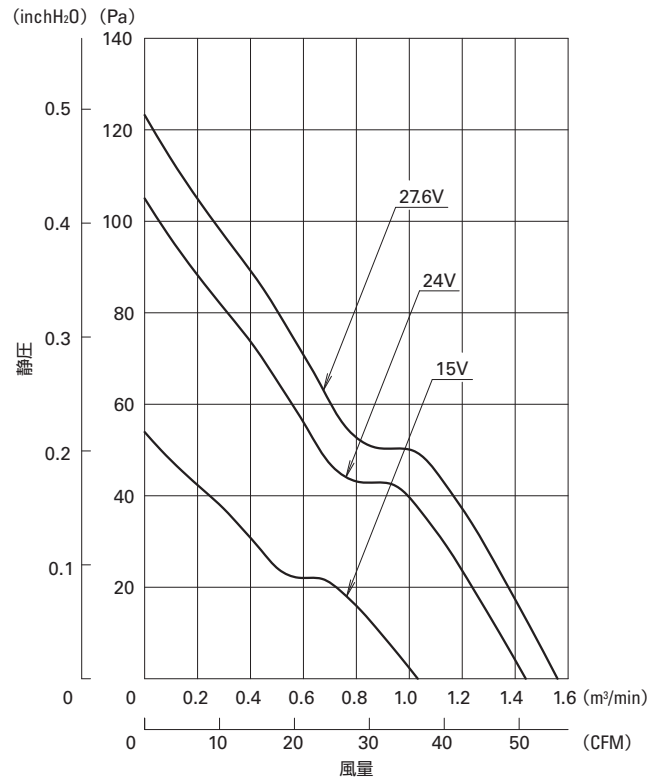


图 12 「San Ace 80WF」風量—静圧特性例

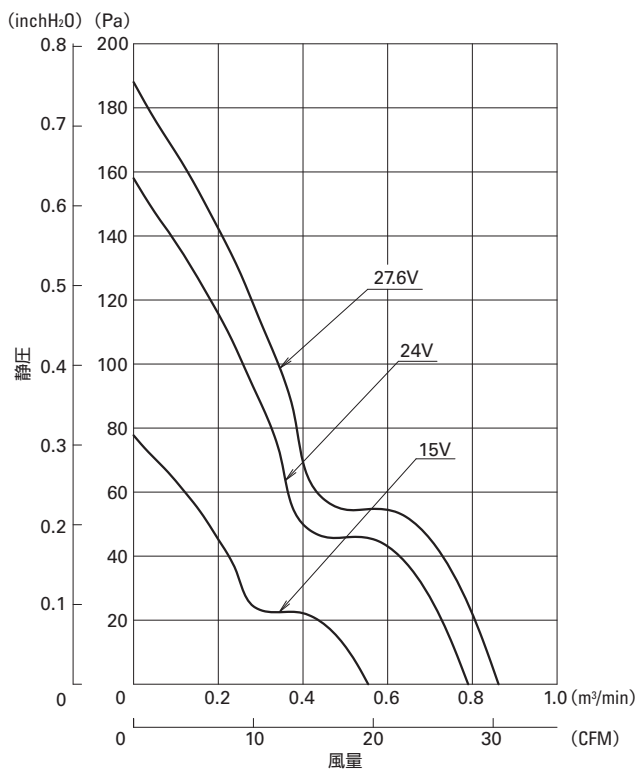


图 11 「San Ace 60WF」風量—静圧特性例

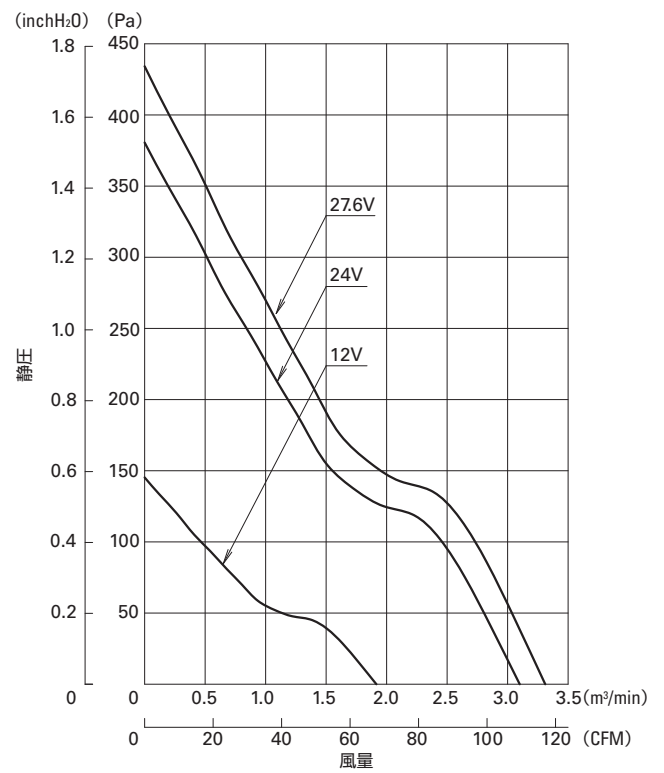


图 13 「San Ace 92WF」風量—静圧特性例

4. 開発品と従来品の比較

開発品と従来品との風量-静圧特性の比較を図14～17に示す。開発品は従来品の特性と比べて最大風量、最大静圧ともに向上している。開発品「San Ace 80WF」においては従来の防油ファン□80×25mm厚サイズより5mm薄い□80×20mm厚サイズで、最大風量、最大静圧ともに向上している。

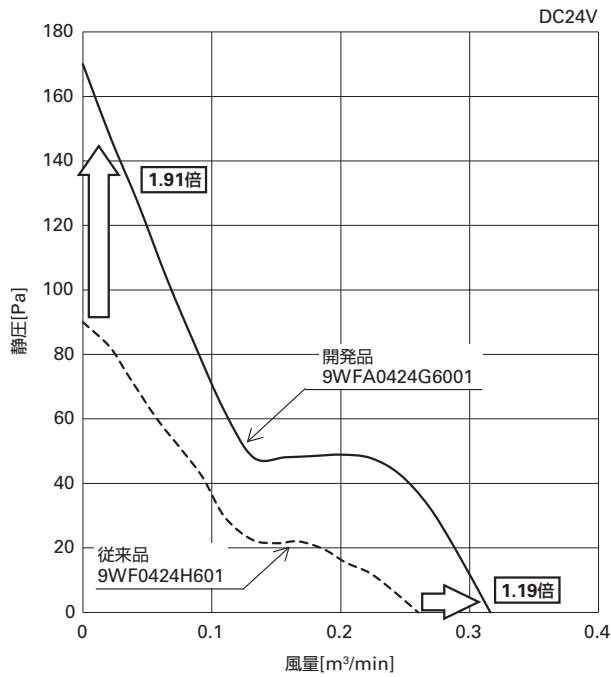


図14 「San Ace 40WF」風量-静圧特性例
開発品と従来品の比較

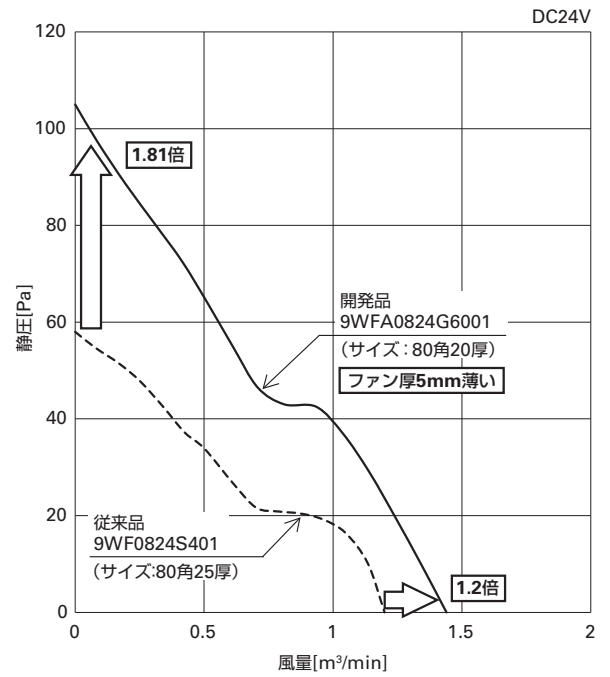


図16 「San Ace 80WF」風量-静圧特性例
開発品と従来品の比較

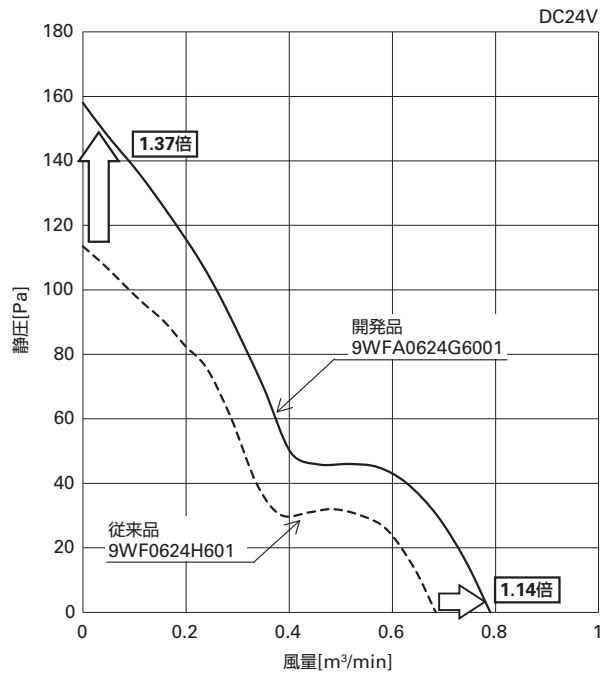


図15 「San Ace 60WF」風量-静圧特性例
開発品と従来品の比較

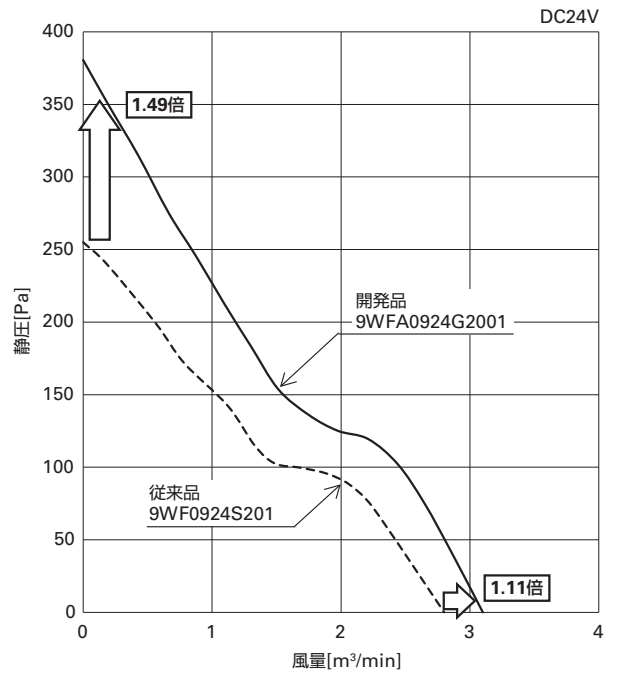


図17 「San Ace 92WF」風量-静圧特性例
開発品と従来品の比較

開発品は防油性能を備えながらも、従来品を超える高風量・高静圧化を実現している。

開発品は高性能化を実現するために、羽根・フレームを新たに開発し、従来品より高回転化させつつ消費電力を抑えるために高効率のモータと駆動方式を採用した。

以下に開発のポイントについて説明する。

4.1 羽根・フレーム

各開発品の羽根・フレームは、羽根の枚数、長さ、角度、フレームのスポーク形状、本数など、さまざまな組み合わせを実機評価とシミュレーションを繰り返して送風効率の優れた最適な形状を決定した。また、高回転化にともなう振動の増加を抑制するためフレームの強度を従来品より向上させた。

図18に例として「San Ace 80WF」の開発品と従来品の羽根・フレームの形状比較を示す。



図18 「San Ace 80WF」開発品と従来品の形状比較

4.2 モータ・回路

開発品のモータは、ステータ形状などを見直して従来品より高効率のモータコアを採用し、回路部品も見直すことで、消費電力の低減と高回転化を実現した。

図19に例として「San Ace 80」の開発品と従来品の最大風量同等時における風量-静圧特性の消費電力の比較を示す。開発品の回転速度を下げて、最大風量を同等にした風量-静圧特性の比較グラフであるが、従来品に比べて静圧は広範囲で上回っており、消費電力は全領域で低くなっている。

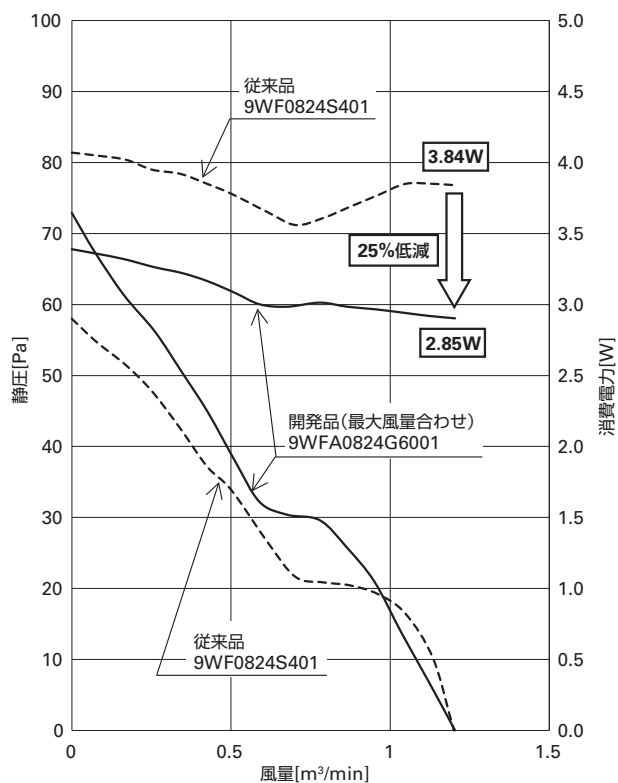


図19 「San Ace 80WF」開発品と従来品の比較
風量-静圧特性および消費電力例

5. おまげ

本稿では、高性能防油ファン「San Ace 40WF」「San Ace 60WF」「San Ace 80WF」「San Ace 92WF」9WFAタイプの4機種の特長と性能を紹介した。

開発品4機種は、当社従来品に対して高風量・高静圧を実現した。これにより、高機能化しているサーボンプやコントローラなど発熱が増えている機器の冷却に貢献できると考える。

今後も、市場要求に応える製品や、お客さまの新しい価値に貢献できる製品の開発をおこない、お客さまとともに幸せと夢を実現できる製品を提供していく所存である。

執筆者

柳沢 篤史

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

高桑 宗仙

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

御供 重一

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

皆瀬 尊

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

竹内 清二

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

山崎 嘉久

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

奥田 裕介

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

翠川 達也

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

長塚 幸弘

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

小澄 直也

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

犬飼 将弘

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

クオン ヒュクジュン

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

ø70 × 20mm厚 遠心ファン 「San Ace C70」9TDタイプ

上野 宏治

Koji Ueno

川島 高志

Takashi Kawashima

児玉 晶生

Masaki Kodama

栗林 宏光

Hiromitsu Kuribayashi

1. まえがき

近年、装置の省スペース化・薄型化が進み、搭載されるファンに対しても小型化・薄型化の要求が増えている。

特にグラフィックカードなど、装置に組み込まれる小型・薄型の機器においては、機器の高性能化・高機能化にともない、より高い冷却性能を持つファンが求められている。

このような用途の冷却には遠心ファンが適しており、今までより小型かつ薄型で高性能な遠心ファンが必要である。

この要求に応えるため、これまで市場にはない小型・薄型サイズのø70 × 20mm厚遠心ファン「San Ace C70」9TDタイプ（以下、開発品という）を開発した。

本稿では、その開発品の特長と性能を紹介する。

2. 開発品の特長

開発品の特長を以下に示す。

- (1) 新サイズ
- (2) 高風量・高静圧
- (3) 低消費電力・低騒音

図1に開発品の外観を示す。外形寸法は、外径ø70mm、厚さ20mmである。



図1 ø70 × 20mm厚 遠心ファン
「San Ace C70」9TDタイプ

3. 開発品の概要

3.1 寸法諸元

図2に開発品の寸法諸元を示す。羽根車の外径はø70mm、フレームの底面から羽根車の天面までの厚さは20mmである。フレーム底面にはファン固定用のM3ネジ穴3箇所を備える。

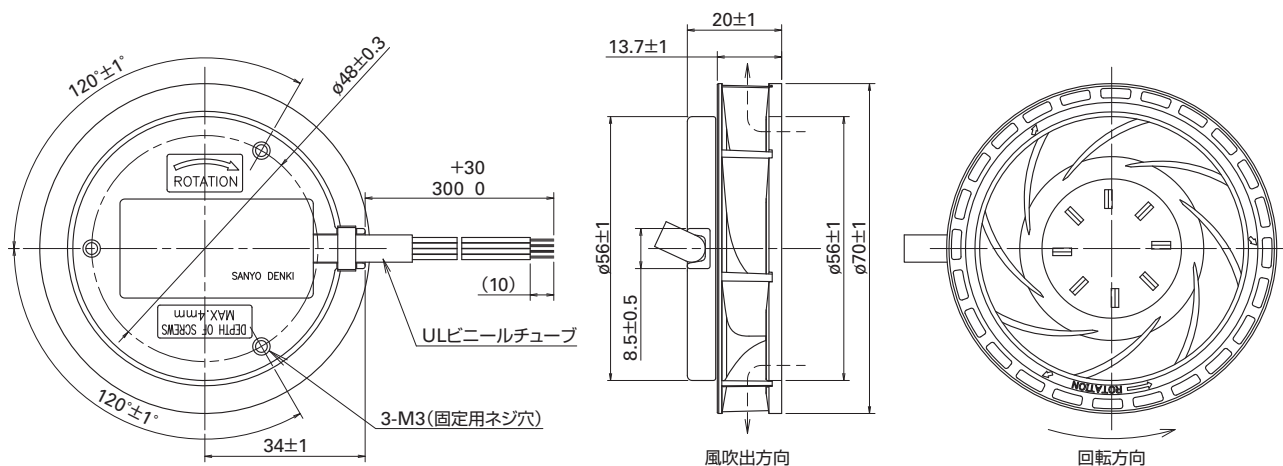


図2 開発品の寸法諸元(単位: mm)

3.2 特性

3.2.1 一般特性

表1に開発品の一般特性を示す。定格電圧12V、定格回転速度9,200min⁻¹、PWMコントロール機能付である。

表1 開発品の一般特性

型番	定格電圧 [V]	使用電圧範囲 [V]	PWM デューティサイクル※ [%]	定格電流 [A]	定格入力 [W]	定格回転速度 [min ⁻¹]	最大風量		最大静圧		音圧レベル [dB(A)]	使用温度範囲 [°C]	期待寿命 [h]
							[m ³ /min]	[CFM]	[Pa]	[inchH ₂ O]			
9TD12P6G001	12	10.8 ~ 13.2	100	1.0	12	9,200	1.13	39.9	560	2.24	61	-20 ~ +70	40,000/60°C (70,000/40°C)
			20	0.1	1.2	2,000	0.23	8.1	25	0.10	30		

- ※ PWM デューティサイクル0%時の回転速度は0min⁻¹
- ※ 入力PWM周波数：25kHz
- ※ 当社インレットノズル(型番：109-1106)装着時
- ※ 周囲温度40°Cの場合の期待寿命は参考値です。

図3に開発品とインレットノズル「109-1106」の取付例、図4に取付寸法例を示す。遠心ファンの特性は、インレットノズル装着時を条件としている。ファン固定にはM3ネジを3個、インレットノズルの固定にはM4ネジとナットを4セット使用する。

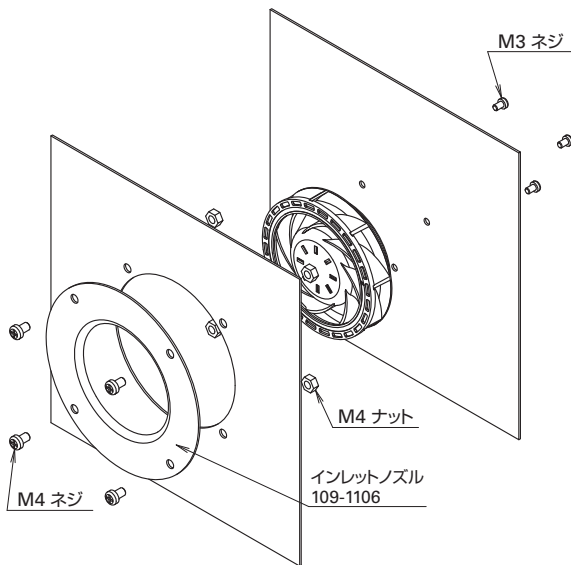


図3 開発品とインレットノズルの取付例

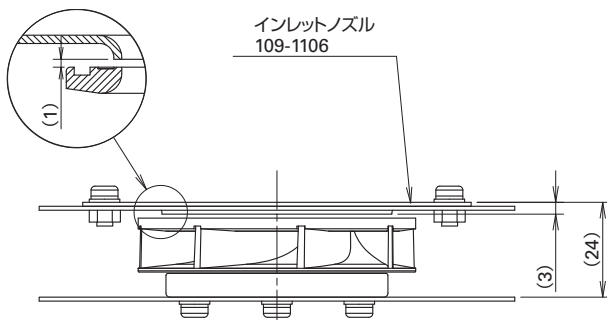


図4 開発品とインレットノズルの取付寸法例(単位：mm)

3.2.2 風量－静圧特性

図5に開発品の風量－静圧特性例を示す。定格電圧12V、PWM デューティサイクル100%、50%、20% 時の条件で示している。

3.2.3 PWM コントロール機能

開発品は回転速度を外部から制御可能なPWMコントロール機能を備えている。PWM デューティサイクルの違いによる風量－静圧特性例については図5を参照。

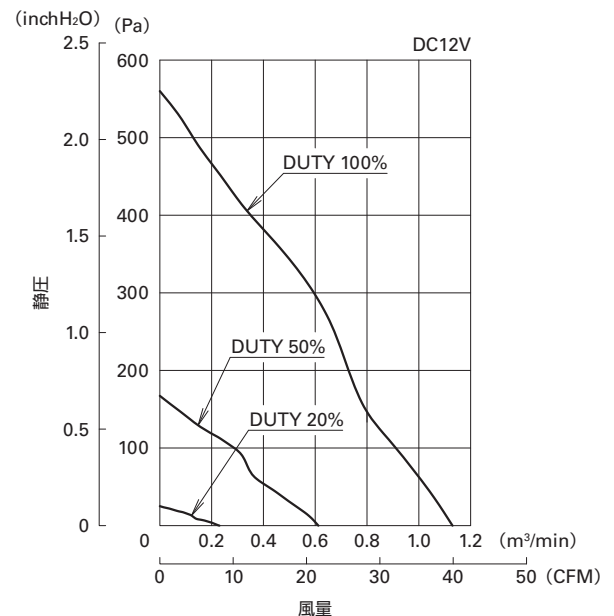


図5 開発品の風量－静圧特性例

3.2.4 期待寿命

開発品の周囲温度60°Cにおける期待寿命(残存率90%、定格電圧連続運転、フリーエア状態、常湿)は、40,000時間である。

4. 開発のポイント

開発品は、小型・薄型でありながら、高風量かつ高静圧を実現した。

以下に開発のポイントについて説明する。

4.1 小型・薄型化

ファンの小型・薄型化にともない、モータもコンパクトに設計する必要がある。しかし、モータの発熱とモータのトルクが課題となった。以下の対策を盛り込むことで、薄さ20mm厚を実現した。

(1) モータの発熱対策

放熱性に優れるアルミダイカストフレームを採用し、ロータの吸込み面に空気流入孔を設けた冷却構造による自己冷却とあわせて、発熱による温度上昇を抑えた。図6に開発品の冷却構造を示す。

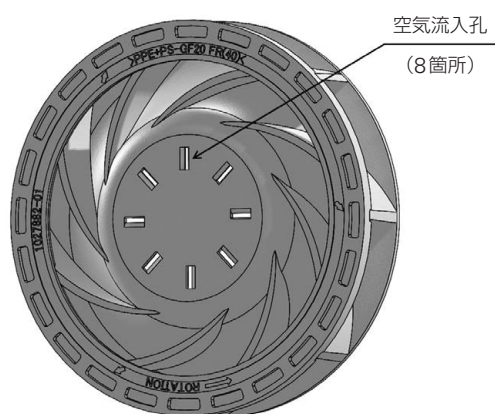


図6 開発品の冷却構造

(2) モータのトルク対策

モータ径を大きくすることでモータのトルクを向上することができる。しかし、羽根に対するモータ径の割合が大きくなることで流路が狭くなり、風量-静圧特性が低下してしまう。そのため、風量-静圧特性が極力低下しないモータ径サイズとし、新規回路設計にてモータの高効率化を図ることで、必要なモータのトルクを確保した。

4.2 羽根・インレットノズル設計

必要なトルクを有したモータサイズと、最大限の流路を確保しながら、その中で最適な羽根形状になるよう流体シミュレーション技術を活用し最適化を図った。図7に流体シミュレーション例を示す。

また、開発品には図3で示す専用インレットノズルを用意した。形状と図4に示す取付位置も最適化したことで、高風量・高静圧を達成するとともに、低騒音や低消費電力化を実現した。



図7 流体シミュレーション例

5. 開発品と従来機種との比較

開発品と、遠心ファン同様の羽根車構造を持つ類似サイズ76×20mm厚プロア（以下、従来品という）との風量-静圧特性の比較を図8に示す。

開発品は従来品に比べ、最大風量は3.9倍、最大静圧は1.9倍に向上した。

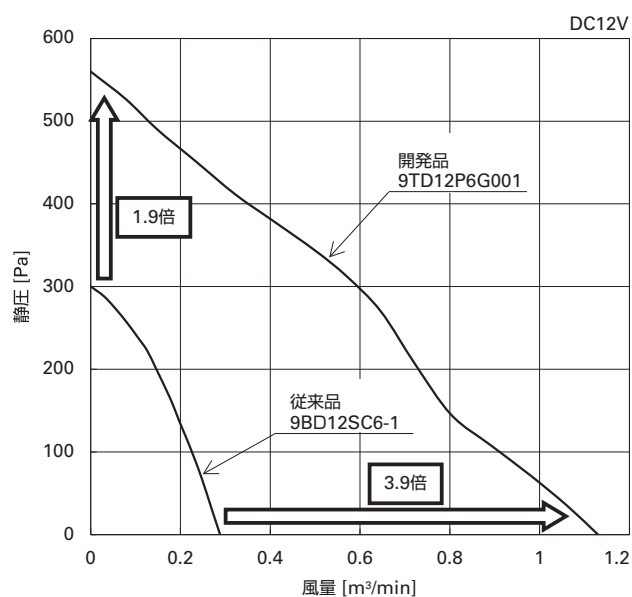


図8 開発品と従来品の風量-静圧特性比較

6. むすび

本稿では、 $\phi 70 \times 20$ mm厚遠心ファン「San Ace C70」9TDタイプの特長と性能の一部を紹介した。

開発品は、モータの高効率化、および構造の最適化により、小型かつ薄型で高い冷却性能を実現した。

市場では、装置の小型化・薄型化はさらに進んでいくことが予想される。それにとともない、装置内の部品設置スペースは限ら

れ、高密度化により通風路の確保は難しくなっていく。

開発品は当社の遠心ファンシリーズの中で最もコンパクトであり、特長である高風量や高静圧は、お客様の課題に大きく貢献できると考える。

今後も、多様化していく市場に先駆けて、お客様の価値を創造する製品を開発する所存である。

執筆者

上野 宏治

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

川島 高志

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

児玉 晶生

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

栗林 宏光

クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

パワーシステム事業部

塩川 直彦

Naohiko Shiokawa

2019年はIoTやAIを活用したスマート工場の実用例が現れた。スマート工場は、IoT機器やICT技術を活用してデータを収集し、これらデータの分析をおこなうことで、エネルギー消費量や生産性を従来から大幅に改善した工場である。今後の普及が予想される5G通信やAI技術の進歩、さらに世界各国が推進する施策^(注1)もあり、2030年代には、製造業や物流業に革新的な変化をもたらすとされている。

一方、2019年は気候変動の不安が、以前から明らかに増した年である。過去5年間の世界の平均気温が観測史上最も暑くなり^(注2)、2100年の海水面の上昇値の予測は従来の予測値から大幅に増加した^(注3)。国内では、多数の大型台風により

ライフラインが被害を受け、市民生活や企業活動に大きな影響が出た。

パワーシステム事業部が供給する電源装置およびその関連製品は、工場やライフラインを支える無停電電源装置（以下UPS）や非常用電源、地球温暖化の防止に貢献する再生可能エネルギー発電システム用のパワーコンディショナ、およびネットワーク関連製品である。工場の生産やライフラインの維持に欠かせない製品として、多くのユーザから期待されている。2019年にパワーシステム事業部が市場投入した新製品は次のとおりである。

まず、UPSは、グローバルに使える、高信頼の並列冗長構成UPS「SANUPS A11M」を開発した。また、当社が近年モ

デルの拡充を進めている、リチウムイオン電池搭載のUPS「SANUPS N11B-Li」と「SANUPS A11K-Li」に、それぞれラインアップを追加した。

再生可能エネルギー関連製品では、風力発電・水力発電用パワーコンディショナ「SANUPS W73A」に、停電時にも使用できる「連系自立タイプ」をラインアップに追加した。

また、ネットワーク関連製品では、Modbus^(注4) TCP/RTU通信機能を搭載した「SANUPS LAN インタフェースカード」を開発した。

本稿では、これらの概要を紹介する。

注1 ドイツ政府の「Industry 4.0」、米国GE社の「Industrial Internet」、中国政府の産業政策「中国製造2025」や、国内では経産省が提唱する「Connected Industries」などがある。

注2 WMO（世界気象機関）の報告による。

<https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-seasonal-update-indicates-above-average-temperatures>（2019.9.2）

注3 IPCC（国連の気候変動に関する政府間パネル）の報告書による。

<https://www.ipcc.ch/2019/09/25/srocc-press-release/>（2019.9.25）

注4 産業機器間でデータをやり取りするために、標準的に利用されている通信規定。

■ 常時インバータ給電方式UPS「SANUPS A11M」を開発

「SANUPS A11M」は、ユニットを複数台並列運転することで高信頼化や増容量化を簡単に実現できる、常時インバータ給電方式のUPSである。「SANUPS A11M」は、ユニットごとに個別に制御する当社独自の並列運転制御技術により、ユニット間の通信が異常となった場合でも停電時のバックアップ運転を含めて安定した動作ができる。出力の仕様は、単相2線式100V系・200V系をラインアップし、1kVAのユニットを組み合わせることで、最大8kVAまで拡張できる。「SANUPS A11M」は、グローバルに使える高信頼のUPSである。

図1に「SANUPS A11M」の外観を示す。

「SANUPS A11M」は、動作温度範囲を従来機種より広げ、 $-10^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ とした。さらに、入力電圧範囲や周波数範囲を従来機種よりワイドレンジ化し、電源が不安定な地域でもバッテリー運転の回数を抑えて、バッテリーの損耗防止と安定した出力を両立できる。

「SANUPS A11M」は、搭載バッテリーの削減と内部構造の簡易化により、従来機種より質量を19kgから15kgに削減し、大幅な軽量化を達成した。



図1 「SANUPS A11M」

■ リチウムイオン電池を搭載した常時インバータ給電方式UPS「SANUPS A11K-Li」のラインアップを拡充

当社は2017年から、リチウムイオン電池（以下、LiB）を搭載したUPSを販売している。「SANUPS A11K-Li」はLiBを使用した屋内用の常時インバータ給電方式UPSである。「SANUPS A11K-Li」は、幅広い使用温度範囲、ワイドレンジ入力、高効率出力や省メンテナンス性などの特長より、データセンターや生産工場など高い信頼性が要求される用途で使用されている。

2019年、当社は「SANUPS A11K-Li」シリーズに、バックアップ時間が19分のモデルをラインアップに追加した。出力容量は1.5 kVAと3 kVAを用意した。

図2に「SANUPS A11K-Li」(1.5kVA)の外観を示す。

なお、「SANUPS A11K-Li」は、本号の新製品紹介ページで性能、機能の詳細や特長を紹介する。



図2 「SANUPS A11K-Li」(1.5kVA)

■ リチウムイオン電池を搭載した屋外型UPS「SANUPS N11B-Li」のラインアップを拡充

「SANUPS N11B-Li」はLiBを搭載した屋外用の常時商用給電方式UPSである。「SANUPS N11B-Li」は、幅広い使用温度範囲、高効率による省エネルギー性、屋外で使える利便性の特長より、通信基地局、交通信号機、コインパーキングなどの屋外用電源バックアップとして使用されている。

2019年、当社は「SANUPS N11B-Li」シリーズに、国土交通省の国土強靱化基本計画の案件に使用できる、バックアップ時間が24時間のモデルをラインアップ追加した。出力容量は70Wと140Wを用意した。図3に「SANUPS N11B-Li」(70W)の外観を示す。周囲温度 -20°C の環境で、70Wの機器および140Wの機器を24時間バックアップできる。



図3 「SANUPS N11B-Li」(70W)

■ 風力発電・水力発電システム用パワーコンディショナ 「SANUPS W73A」連系自立タイプをラインアップ追加

当社は2017年に風力発電・水力発電システム用として、系統連系専用パワーコンディショナ「SANUPS W73A」の販売を開始した。近年、非常時の電源確保の要求や離島などの無電化地域における独立電源の需要があり、2019年、当社は国内初^(注5)の自立運転機能を備えたパワーコンディショナ「SANUPS W73A」連系自立タイプをラインアップに追加した。

図4に「SANUPS W73A」連系自立タイプの外観を示す。

「SANUPS W73A」連系自立タイプは、既存の系統連系タイプの外形寸法を変え

ることなく、部品追加、部品レイアウトの変更および制御プログラムの変更により、自立運転機能を実現した。出力電気方式は三相3線式のAC202Vで、最大出力は9.9kVAである。停電時の非常電源や離島などの無電化地域の独立用電源として電力を供給することができる。

「SANUPS W73A」は自立運転の起動方式や立ち上げ時間を選択することができ、パワーコンディショナに接続する負荷を選ばず、モータなどの起動電流を抑えて自立運転することができる。



図4 「SANUPS W73A」連系自立タイプ

注5 2019年3月27日現在。三相の風力・水力発電システム用パワーコンディショナとして。当社調べ。

■ UPSのオプション製品「SANUPS LAN インタフェースカード」にModbus プロトコル通信機能を搭載

近年は工場などの生産現場においてICT技術を用いて、生産機器を監視することが一般的になってきている。2019年、当社はUPSのオプションである、「SANUPS LAN インタフェースカード」に、Modbus通信機能を追加した。Modbusプロトコルは、産業系の機器で広く利用されている、業界標準の通信規格である。図5に「SANUPS LAN インタフェースカード」の外観を示す。

「SANUPS LAN インタフェースカード」は、「Modbus RTU」と「Modbus TCP」

の双方のプロトコルが使用できる。また、Modbus マスタ、Modbus スレーブ両方の機能を持ち、両方の機能を同時に使用することができる。例えば、計測器から計測値を取り込み、上位のマスタ装置へ計測器から取得した計測値情報とUPSの情報を合わせて転送することができる。

なお、「SANUPS LAN インタフェースカード」については、本号の新製品紹介ページで性能、機能の詳細や特長を紹介する。



図5 「SANUPS LAN インタフェースカード」

執筆者

塩川 直彦

パワーシステム事業部 設計部
電源装置の開発・設計に従事。

小容量無停電電源装置 「SANUPS A11K-Li」のラインアップ拡充

村井 丈夫

Takeo Murai

山岸 伸一郎

Shinichiro Yamagishi

依田 英明

Hideaki Yoda

柳原 一哉

Kazuya Yanagihara

木村 博文

Hirofumi Kimura

小澤 翔太

Shota Ozawa

土屋 大佑

Daisuke Tsuchiya

高山 裕樹

Yuki Takayama

高橋 尚汰

Shota Takahashi

1. まえがき

一般的なサーバや小型の情報通信機器、FA機器のバックアップには、バックアップ時間10分前後の無停電電源装置（以下、UPS）が要求されることが多い。

当社ではすでに、リチウムイオン電池（以下、LiB）を搭載し、30分～400分の長時間バックアップに対応した「SANUPS A11K-Li」シリーズを販売しているが、長時間バックアップのため電池容量の大きいLiBを採用しており、鉛蓄電池の10分バックアップ品と比較するとサイズが大型である。そのため、長寿命・メンテナンスフリー、広い使用温度範囲を実現できるLiBを搭載し、「SANUPS A11K」の鉛蓄電池シリーズと同サイズのUPSの要求がある。

また、次世代の仮想化基盤として導入が広がっているハイパーコンバージドインフラ（HIC）のシステムでは、サーバをシャットダウンする時間が従来のサーバより長い。停電時に安全にシャットダウンするために、UPSには、バッテリーの寿命時でも15分以上のバックアップが要求される。

上記の要求を満足するため、以下2仕様のUPSの開発をおこなった。

- ・UPSの本体に小型のLiBを搭載することで、鉛蓄電池を採用した「SANUPS A11K」シリーズと同サイズかつ軽量化し、バックアップ時間を10分前後とした短時間バックアップモデル
- ・バックアップ時間が19分と、次世代サーバに適したミドルバックアップ時間モデル

本稿では、はじめに新製品のラインアップおよび主要諸元と外観を示す。次に、新製品の特長とLiB監視・保護動作の手法について説明する。

2. 新製品の主要諸元

新たに「SANUPS A11K-Li」シリーズに、バックアップ時間10分前後の短時間バックアップモデル（以下、新製品（短時間バックアップ））として出力容量1kVA、1.5kVA、2kVA、3kVA、5kVAと、バックアップ時間19分の出力容量1.5kVA、3kVA（以下、新製品（ミドルバックアップ））をラインアップした。表1に、ラインアップした新製品の主要諸元を示す。

図1(1)～(3)に新製品の外観を示す。「SANUPS A11K-Li」短時間バックアップモデルの1kVA、3kVA、5kVAである。



図1 「SANUPS A11K-Li」シリーズ

表1 「SANUPS A11K-Li」シリーズ新ラインアップの主要諸元

項目		単位	定格または特性						備考		
型名		—	A11KL102	A11KL152	A11KL202	A11KL302	A11KL502	A11KL152 (19分)	A11KL302 (19分)		
定格出力容量		kVA/ kW	1/0.8	1.5/1.2	2/1.6	3/2.4	5/4	1.5/1.2	3/2.4	皮相電力/有効電力	
方式	給電方式	—	常時インバータ給電								
	冷却方式	—	強制空冷								
	INV方式	—	高周波PWM方式						商用同期形常時インバータ給電		
交流入力	相数・線数	—	単相2線								
	定格電圧	V	100, 110, 120						出力電圧と同一		
	電圧範囲	%	定格電圧 ± 20以内						負荷率が70%以上の場合		
			定格電圧 - 40, + 20以内						負荷率が70%未満の場合 復帰電圧は-20%以上 ^(注1)		
	定格周波数	Hz	50または60						周波数は自動判別 ^(注2)		
	周波数範囲	%	定格周波数 ± 1, 3, 5, 7						(変動範囲は出力周波数精度 選択と同一)		
	所要容量	kVA	1.1以下	1.5以下	2.0以下	3.0以下	5.3以下	1.5以下	3.0以下	バッテリー回復充電時の 最大容量	
	力率	—	0.95以上		0.97以上			0.95以上	0.97以上	入力電圧歪率が 1%未満の場合	
交流出力	相数・線数	—	単相2線								
	定格電圧	V	100, 110, 120						出荷時設定, 電圧波形: 正弦波		
	電圧整定精度	%	定格電圧±2以内						定格運転時		
	定格周波数	Hz	50または60						入力周波数と同一		
	周波数精度	%	定格周波数±1, 3, 5, 7以内 (初期値±3)						周波数精度は設定変更可能 (±1, 3, 5, 7%)バッテリー運転 時は±0.5%以内 ^(注2)		
	電圧波形歪率	%	3以下/7以下						線形負荷/整流器負荷・ 定格運転時		
	過渡 電圧 変動	負荷 急変時	%	定格電圧±5以内						0⇔100%変化, 出力切換時	
		停電・ 復電時	%							定格運転時	
		入力電圧 急変時	%							±10%変化	
		応答時間	以下							5サイクル	
	負荷力率	—	0.8(遅れ)						変動範囲 0.7(遅れ) ~ 1.0		
	過電流保護	%	105以上						バイパス回路へ自動切換 ^(注2)		
	過負荷 耐量	インバータ	%	105以上						200ms	
バイパス		%	200/800						30秒間/2サイクル		
バッテリー	種類	—	リチウムイオン電池(LiB)								
	バックアップ 時間	分	13	8	15	9	11	19	19	周囲温度25°C, 定格出力時, 初期値	
騒音	dB	41以下	45以下		46以下		45以下	46以下	装置正面1m, A特性 (周囲温度40°C以下の場合)		
		51以下		55以下		51以下	55以下	装置正面1m, A特性 (周囲温度40°Cを超える場合)			
使用環境	周囲温度	°C	-20 ~ +55						^(注3)		
	相対湿度	%	10 ~ 90						結露なきこと		

注1 入力電圧低下検出値の設定が可変(設定変更可)の場合。固定の設定時は定格電圧±20%。

注2 交流入力周波数が、定格周波数の±3%(1/3/5/7%変更可)の範囲にあり、かつ交流入力電圧が定格電圧±20%の範囲内にあるとき(入力電圧低下検出値の設定が可変かつ負荷率が70%未満の場合は-40%~+20%)、インバータは交流入力と同期運転し、バイパス回路への無瞬断切換が可能となる。
なお、交流入力周波数が設定範囲を超えた場合はバッテリー運転になる。

注3 バッテリーの温度が55°Cを超えた場合は充電を停止する。

3. 新製品の特長

3.1 保守性, 経年劣化後の保持時間

鉛蓄電池を搭載した「SANUPS A11K」シリーズは、約5年ごとにバッテリー交換が必要であったが、LiBを採用することで約10年間バッテリー交換が不要となる。メンテナンスフリーとなり、保守の手間とバッテリー交換の費用を削減できる。

また、LiBは経年劣化にともなう容量低下が鉛蓄電池と比べて小さいため、寿命末期の保持時間を比較した場合、鉛蓄電池では、初期保持時間が約半分程度まで低下してしまうが、LiBでは初期保持時間から10%低下する程度なので、経年劣化による保持時間の変化が非常に小さい。

3.2 使用温度範囲

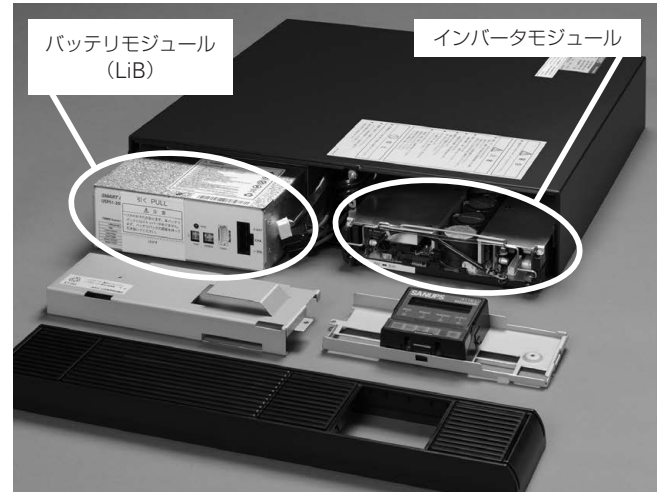
鉛蓄電池を搭載した「SANUPS A11K」シリーズの使用温度範囲は $-10^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ (バッテリー保護のため、 $+40^{\circ}\text{C}$ 以上で充電は停止)。新製品では、使用温度範囲が $-20^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ となり、極寒・酷暑の環境でも使用できる。

3.3 装置サイズ・質量

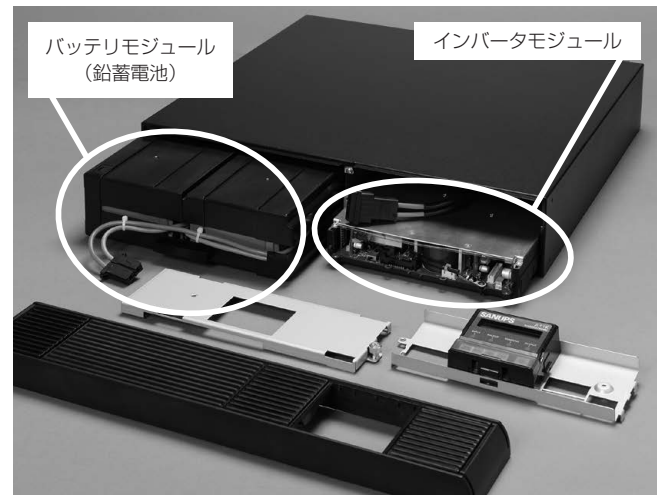
図2(1)に「SANUPS A11K-Li」(1kVA)、図2(2)に「SANUPS A11K」(1kVA)の内部イメージを示す。また、表2に新製品(短時間バックアップ)と従来品の体積・質量比較を示す。

新製品(短時間バックアップ)では、図2(1)のように従来品と筐体サイズ・形状を変えずに、鉛蓄電池が収納されていたスペースにLiBを収納している。LiBは鉛蓄電池に比べ軽量であるため、表2に示すように新製品(短時間バックアップ)は、従来品と同サイズで、最大44.8%軽量化されている。

表3に新製品(ミドルバックアップ)と従来品の体積・質量比較を示す。新製品(ミドルバックアップ)は、表3に示すように従来品より小型かつ軽量化している。従来品でバックアップ時間19分を確保するには、増設バッテリーユニットが必要となるため、体積・質量およびラック搭載時は、占有スペースが大きくなる。新製品(ミドルバックアップ)では、本体の奥行き寸法を延長することにより、増設バッテリーユニットなしで、必要なバッテリーを搭載できるようにした。



(1) 新製品 「SANUPS A11K-Li」(1kVA)



(2) 従来品 「SANUPS A11K」(1kVA)

図2 新製品と従来品の内部

表2 短時間バックアップモデルの「SANUPS A11K-Li」シリーズ, 「SANUPS A11K」シリーズ体積・質量比較

出力容量	装置型番	バックアップ時間	サイズ (幅×奥行×高さ)	体積比	質量	質量比
1kVA	A11KL102 (新製品)	13分 (0.8kW/力率0.8)	435mm × 440mm × 86mm	±0%	17kg	-22.7%
	A11K102 (従来品)	10分 (0.8kW/力率0.8)		—	22kg	—
1.5kVA	A11KL152 (新製品)	8分 (1.2kW/力率0.8)	435mm × 440mm × 86mm	±0%	18kg	-37.9%
	A11K152 (従来品)	10分 (1.2kW/力率0.8)		—	29kg	—
2kVA	A11KL202 (新製品)	15分 (1.6kW/力率0.8)	435mm × 625mm × 86mm	±0%	27kg	-32.5%
	A11K202 (従来品)	8分 (1.6kW/力率0.8)		—	40kg	—
3kVA	A11KL302 (新製品)	9分 (2.4kW/力率0.8)	435mm × 625mm × 131mm	±0%	32kg	-44.8%
	A11K302 (従来品)	8分 (2.4kW/力率0.8)		—	58kg	—
5kVA	A11KL502 (新製品)	11分 (4kW/力率0.8)	435mm × 690mm × 175mm	±0%	49kg	-38.7%
	A11K502 (従来品)	8分 (4kW/力率0.8)		—	80kg	—

表3 バックアップ時間19分の「A11K-Li」シリーズ, 「A11K」シリーズ体積・質量比較

出力容量	装置型番	バックアップ時間	サイズ (幅×奥行×高さ)	体積比	質量	質量比
1.5kVA	A11KL152 (新製品)	19分 (1.2kW/力率0.8)	435mm × 625mm × 86mm	-35.9%	27kg	-60.8%
	A11K152 (従来品)	30分 (1.2kW/力率0.8) (注1)	435mm × 488mm × 86mm 435mm × 488mm × 86mm (増設バッテリーユニット)	—	69kg	—
3kVA	A11KL302 (新製品)	19分 (2.4kW/力率0.8)	435mm × 690mm × 175mm	-10.9%	47kg	-56.0%
	A11K302 (従来品)	30分 (2.4kW/力率0.8) (注1)	435mm × 625mm × 131mm 435mm × 625mm × 86mm (増設バッテリーユニット)	—	108kg	—

注1 周囲温度25°Cで使用した場合、鉛蓄電池寿命時(5年後)のバックアップ時間は19分。LiBは5年後もバックアップ時間90%以上維持する。

4. LiBを監視する手法

図3に新製品の回路系統図を示す。新製品は、主回路、制御回路、通信インタフェース回路、LiB、LiBの監視システムであるバッテリーマネジメントシステム(以下、BMS)などで構成される。

4.1 LiB監視回路構成

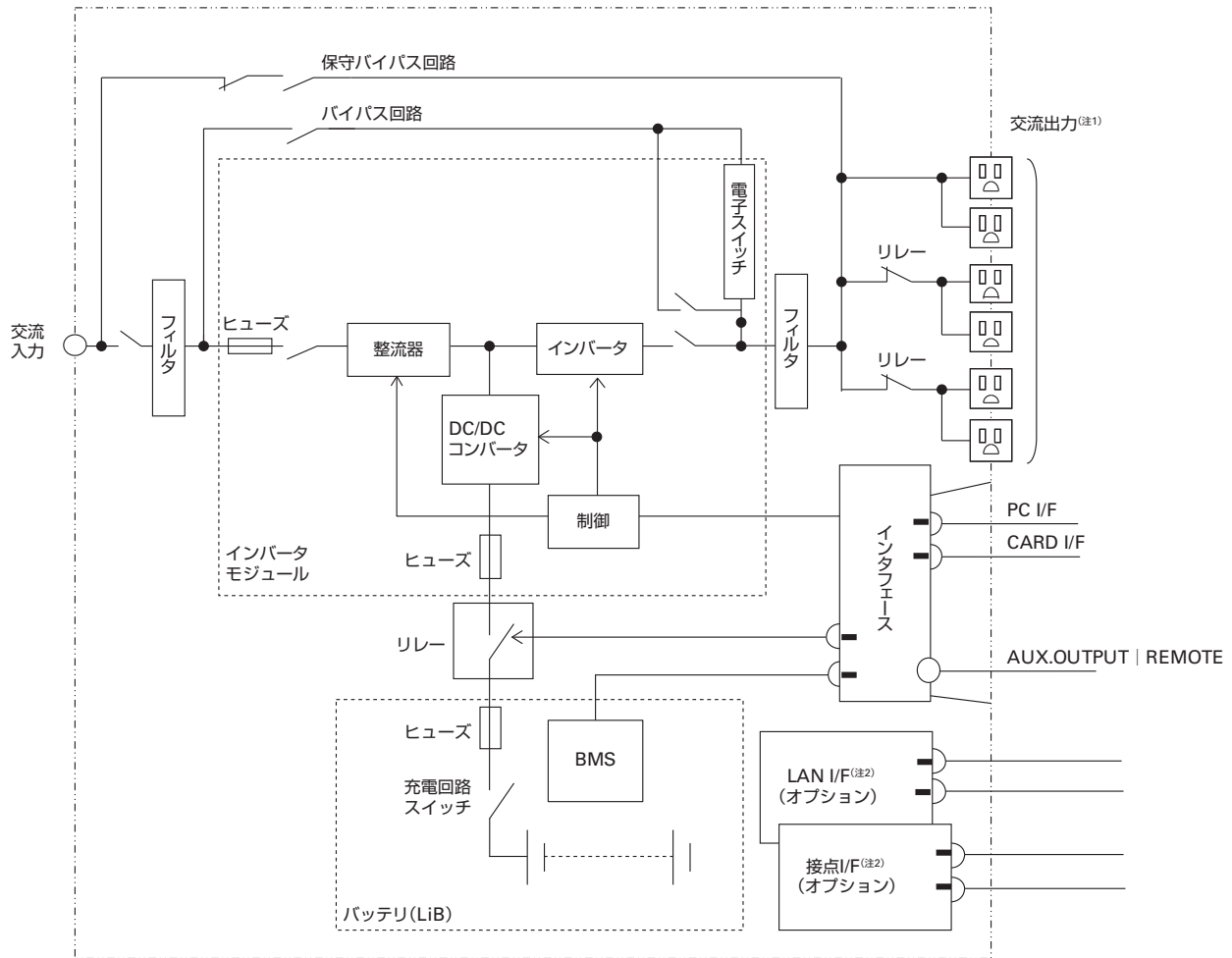
LiB内にはBMSが搭載されており、LiBの状態をマネジメントしている。UPSは、BMSと通信し、LiBの情報を得ている。これにより、BMSとUPSがLiBを監視し、それぞれ異常検出・保護をすることで安全性を高めている。

(1) BMSによる保護

BMSでセル電圧、バッテリー電流およびセル温度を監視し、過充電、過電流、過温度を検出した時は、BMSがLiBを充電回路から切り離して保護する。

(2) UPSによる保護

UPSは、BMSの異常、BMSとの通信異常時に充電を停止しLiBを保護する。充電電圧、セル電圧が上昇した場合は、UPSは充電を停止する。セル温度が高くなった場合は、充放電を停止する。



注1 「SANUPS A11K-Li」 2kVA・3kVA・5kVAは出力コンセント・端子台の両方から出力。
 注2 CARD I/Fに接続(どちらか一方)

図3 「SANUPS A11K-Li」(1kVA)の回路系統図

5. むすび

本稿では、LiBを搭載した「SANUPS A11K-Li」シリーズの新たなラインアップを紹介した。

今回開発したUPSは、従来の鉛蓄電池搭載UPSと比較して、下記の特長がある。

- ① バッテリ交換が不要となり、メンテナンスフリー。
- ② 使用温度範囲が広く、極寒・酷暑でも使用できる。
- ③ 短時間バックアップモデルでは軽量化、バックアップ時間19分のモデルでは小型・軽量化できる。

また、UPSとBMSがLiBを監視し、異常検出・保護動作するシステムを構築した。

UPSの社会的な重要性は高まり、今後もUPSの用途・設置環境が多様化するにつれ、さまざまな仕様のラインアップを求められると考えられる。これら市場要求に応えるため、LiBを搭載したUPSのラインアップを拡充することで、お客さまに新たな価値を提供する製品を開発していく所存である。

文献

- 柳原 一哉ほか：『小容量無停電電源装置「SANUPS A11K」シリーズの開発』
 SANYODENKI Technical Report No.40 (2015.11)
 庄山 祐平ほか：『小容量無停電電源装置「SANUPS A11K-Li」, 「SANUPS N11B-Li」シリーズの開発』
 SANYODENKI Technical Report No.44 (2017.11)

執筆者

村井 丈夫

パワーシステム事業部 設計部
無停電電源装置の開発, 設計に従事。

山岸 伸一郎

パワーシステム事業部 設計部
無停電電源装置の開発, 設計に従事。

依田 英明

パワーシステム事業部 設計部
無停電電源装置の開発, 設計に従事。

柳原 一哉

パワーシステム事業部 設計部
無停電電源装置の開発, 設計に従事。

木村 博文

パワーシステム事業部 設計部
無停電電源装置の開発, 設計に従事。

小澤 翔太

パワーシステム事業部 設計部
無停電電源装置の開発, 設計に従事。

土屋 大佑

パワーシステム事業部 設計部
無停電電源装置の機構設計に従事。

高山 裕樹

パワーシステム事業部 設計部
無停電電源装置の開発, 設計に従事。

高橋 尚汰

パワーシステム事業部 設計部
無停電電源装置の開発, 設計に従事。

Modbus機能を搭載した「LANインタフェースカード」の開発

吉沢 勝浩 加藤 裕 水口 清志
Katsuhiro Yoshizawa Yutaka Kato Kiyoshi Mizuguchi

樋口 健二 原 有希 竹元 直樹
Kenji Higuchi Yuki Hara Naoki Takemoto

1. まえがき

昨今、工場内の生産現場においてもIoT化が進み、産業機器などの稼働状況や異常の有無などを遠隔監視することが一般的になっている。

このような環境のなかで産業機器などのバックアップ用として使用している無停電電源装置（以下、UPS）を、他の産業機器と同じ監視システムで一括監視したいという要求が増えてきた。

一方で、「SANUPS LANインタフェースカード」（以下、「LANインタフェースカード」）は、UPSのオプション製品として開発され、多くのデータセンタ、サーバールームなどにおいてUPSの遠隔監視用、電源障害発生時のコンピュータの自動シャットダウン用として広く利用されているが、仮想化サーバなどの普及にともない、従来よりも複雑なシャットダウン手順が必要な装置にも使用したいという要求が増えてきた。

上記のような要求に応えるため、今回開発した「LANインタフェースカード」では、以下の機能の追加、拡充をおこなった。

- ・産業系の環境内で利用できるよう、産業機器間の通信プロトコルとして広く利用されている、Modbusプロトコルを追加した。
- ・情報系の環境において、複雑な停止手順を必要とする仮想化サーバなどの自動停止にも使用できるように機能の拡充をおこなった。

本稿では、今回開発をおこなった「LANインタフェースカード」（以下、新製品）の概要と特長について紹介する。

2. 新製品の概要

新製品は、従来からの機能を踏襲しながら、新たにModbus通信をおこなう機能を追加した。

Modbus通信には、ネットワーク通信を使用する「Modbus TCP」プロトコルと、シリアル通信を使用する「Modbus RTU」プロトコルがある。

新製品では、「Modbus TCP」プロトコルを使用できる製品と、「Modbus TCP」、および「Modbus RTU」の両方のプロトコルを使用できる製品の2種類をラインアップした。

図1に「Modbus TCP」プロトコルのみを使用できる製品「PRLANIF021A」の外観を示す。



図1 「PRLANIF021A」

図2に「Modbus TCP」プロトコル、および「Modbus RTU」プロトコルの両方を使用できる製品「PRLANIF023A」の外観を示す。「Modbus RTU」プロトコルを使用して通信できる装置と接続する場合は、正面パネルの「EXT」ポートに通信ケーブルを接続して使用する。



図2 「PRLANIF023A」

また、UPSに「LANインタフェースカード」を実装した状態での輸送を可能にした、基板まわり衝撃保護用カバーを付けた製品も新たにラインアップに加えた。

図3に、保護用カバー付きの「Modbus TCP」プロトコルおよび「Modbus RTU」プロトコルの両方を使用できる製品「PRLANIF024A」の外観を示す。



図3 「PRLANIF024A」

3. 新製品の特長

3.1 Modbus マスタ/スレーブ機能

Modbusプロトコルは、マスタ/スレーブ方式であり、マスタ側がスレーブ側に対して要求を発行し、スレーブ側はマスタ側からの要求に対する応答を返す通信方式となっている。

新製品は、Modbus マスタ通信、およびModbus スレーブ通信両方の通信方式が利用できる。

図4に、Modbusの通信方式による接続イメージを示す。

Modbus マスタとして動作するPLC, Supervisory Control And Data Acquisition (以下, SCADA) などの監視制御システムがある環境内にUPSを設置する場合は、「LAN インタフェースカード」をModbus スレーブ通信に設定する。Modbus マスタ装置からは、UPSの動作状態確認やUPSの制御(バッテリーテスト, UPS停止, UPS起動)をおこなうなどUPSの遠隔管理ができる。

また、Modbus スレーブ通信により接続できる電力計などの計測器やI/Oユニット装置を接続し、計測値や状態情報を取り込む場合は、「LAN インタフェースカード」をModbus マスタ通信に設定する。

Modbusに関する設定は、従来製品と同様にWeb管理ツールを使用し、おこなうことができる。

図5に、Web管理ツールを使用し、Modbusの接続方法を設定する画面を示す。

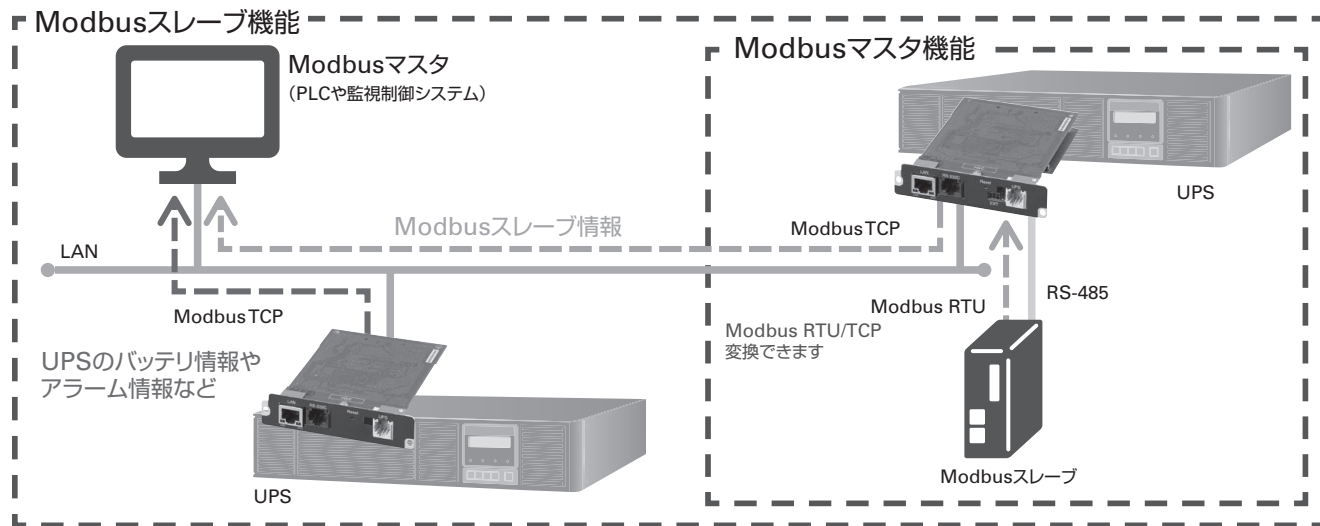


図4 Modbus通信方式のイメージ



図5 Modbus基本設定画面

3.1.1 Modbus マスタ/スレーブの設定

新製品は、通信プロトコルごとにマスタ/スレーブの通信方式を選択できる。「Modbus TCP」と「Modbus RTU」両方のプロトコルを使用できる新製品の場合は、「Modbus TCP」をスレーブ通信、「Modbus RTU」をマスタ通信にて使用するような通信方式が混在した形で動作させることもできる。ただし「Modbus TCP」, 「Modbus RTU」プロトコルをともにマスタ通信するように動作させることはできない。

表1に、設定できる通信方式の組み合わせを示す。

表1 設定できる通信方式の組み合わせ

製品種別/ 組み合わせパターン	Modbus TCP		Modbus RTU		
	マスタ	スレーブ	マスタ	スレーブ	
Modbus TCP 専用品	1	○	—	/	
	2	—	○		
Modbus TCP/RTU 搭載品	1	○	—	無効	無効
	2	—	○	無効	無効
	3	無効	無効	○	—
	4	無効	無効	—	○
	5	○	—	—	○
	6	—	○	○	—
	7	—	○	—	○

(○)：設定可, 無効：機能を無効に設定した状態)

Modbus マスタ通信, スレーブ通信を混在して使用する場合は、図4のように、Modbus マスタ接続としてModbus RTU 接続した Modbus スレーブの装置から情報を取得し、Modbus スレーブ通信により、その情報を上位の Modbus マスタ装置へ送信することもできる。

3.1.2 Modbus スレーブ機能

新製品の Modbus スレーブ機能を有効にして使用すると、システム内にある Modbus マスタ装置から他の Modbus スレーブ機器と同じように UPS を管理できる。

PLC, SCADA など、お客さまの生産設備を監視している Modbus

マスタ装置から、直接 UPS の動作情報の確認や UPS 制御が可能になり、生産ラインなどの管理・監視などへの応用が期待できる。

表2に、Modbus マスタ装置から取得できる UPS の情報、および UPS 制御の内容について示す。

表2 取得情報および UPS 制御機能

取得できる おもな情報	<ul style="list-style-type: none"> ・ UPS の状態情報 ・ UPS の計測値情報 ・ UPS の出力状態 ・ UPS のバッテリー情報 ・ UPS のプロファイル情報 (シリアル番号, 製品名称, 定格容量など) ・ LAN インタフェースカードのイベントログ (最新の 10 件まで) ・ アラーム発生状況 ・ LAN インタフェースカード接続装置情報 ・ 計測値逸脱情報 ・ Modbus スレーブ装置情報
UPS 制御機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ バッテリテスト (開始, 中止) ・ UPS 停止 ・ UPS 起動 ・ UPS リセット (UPS 停止→起動)

※取得できる情報は UPS の機種により異なる。

3.1.3 Modbus マスタ機能

新製品に I/O ユニット装置, 計測器などの Modbus スレーブ装置を接続する場合は、最大 16 点までの状態情報, 計測値情報を取り込める。

状態情報を取り込む場合は、信号の状態がオフからオンに変化したとき, またはオンからオフに変化したときのどちらの状態を異常扱いとするか設定できる。

Modbus 機器より計測値を取得する際は、その計測値は、小数点を含む値か、何桁までの値かなど、機器により異なっている。新製品は、さまざまな機器からの計測値データを読み込めるように設定できる。また取得する計測値には、しきい値を設定でき、しきい値を逸脱したときには、ログへの記録, 指定アドレスへのメール通知をおこなうことができる。

図6に、計測値を取得する Modbus スレーブ装置の登録をおこなう画面例を示す。

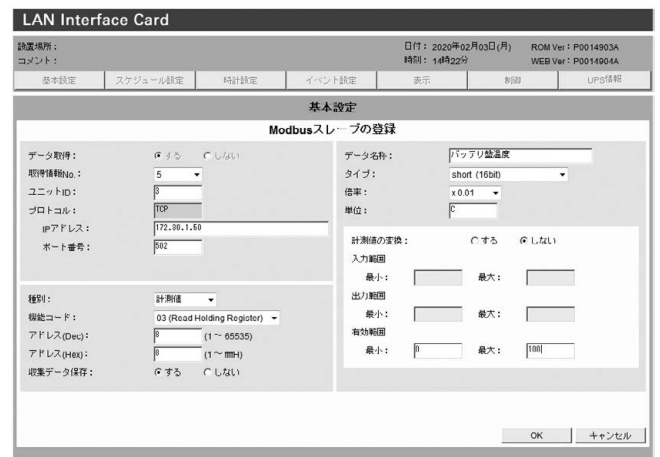


図6 Modbusスレーブ装置登録画面例

Modbus スレーブ装置から取り込んだ状態情報、計測値情報は、Web 管理ツールを使用し確認できる。

図7に、Modbus スレーブ装置から取得した状態値、計測値を表示する画面例を示す。

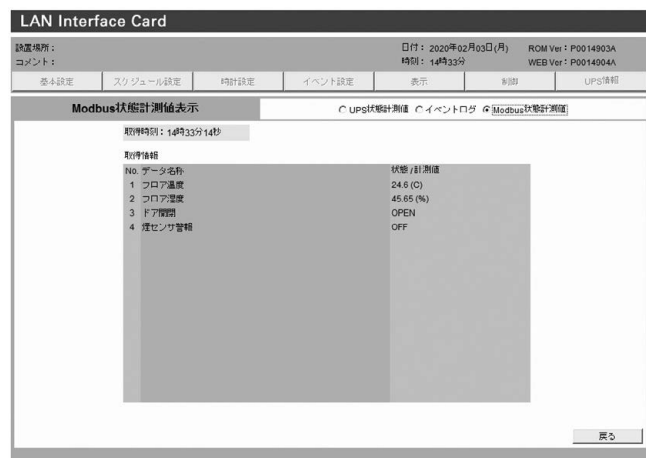


図7 Modbus スレーブ装置取得値表示画面例

3.2 シャットダウン機能の拡充

従来製品においても、WS スクリプト機能を使用することで、電源障害発生時、電源バックアップしているコンピュータを安全に停止できるようになっている。

この機能は、サーバなどを停止するためのコマンドを「LAN インタフェースカード」に登録しておくことで、停電発生時などサーバの停止が必要になった場合に、サーバを遠隔操作するためのSSH/Telnet プロトコルを利用し、サーバに遠隔ログインし、登録したコマンドを使いサーバ停止などをおこなうことができる。

従来のサーバ環境は、各サーバ、ストレージ、ネットワーク機器などのインフラストラクチャは、それぞれ専用のハードウェアを使用していたが、近年は、サーバ内に複数OSを集約し動作させる仮想化サーバや、インフラストラクチャをソフトウェアの仮想化技術で実現するハイパーコンバージドインフラストラクチャ（以下、HCI）の利用が増えている。

新製品では、仮想化OSやHCIなどの仮想化基盤のシャットダウン機能の拡充をおこなった。

3.2.1 WS スクリプト機能の設定容量の拡張

仮想化基盤などを停止する場合、ゲストOSの停止、ストレージ機能の停止、管理コントローラの停止などいくつかの操作を決められた順番でおこなう必要がある。

従来製品では、WS スクリプト機能にコマンドなどを登録できる容量に制限があり、仮想化基盤を停止するための手順をすべて設定できない場合があった。

新製品では、登録できる容量を従来の598バイトから10,238バイトに拡張し、複雑な仮想化基盤を停止させる手順であっても余裕をもって設定できる。

3.2.2 WS スクリプト機能へのコマンド追加

表3に、従来製品でWS スクリプト機能から利用できるコマンドから、サーバを停止する際に使用できるコマンドの一覧を示す。

仮想化基盤を停止する場合などでは、ストレージ機能を停止する操作をおこなう前に、ゲストOSをすべて停止する必要がある。

従来製品では、ゲストOSが停止しているかを確認するコマンドが用意されていないため、ゲストOS停止操作後、必ずゲストOSの停止にかかる最大時間をsleepコマンドで待つ必要があった。そのため、待ち時間内の早々にゲストOSが停止した場合でも、必ず設定した時間を待ってからストレージ機能の停止をおこなうため、システム停止までに必要以上に時間がかかる場面がみられた。

表3 従来製品で使用されるコマンド一覧

コマンド	説明
send	WS 側に送信する文字列（コマンド）を設定。 記述例：send=shutdown
wait	UPS 側で受信する文字列（プロンプトなど）を設定。 記述例：wait=login
sleep	次の処理までの待機時間を設定。単位：秒（s） 記述例：sleep=90
delay	スクリプトの開始を指定時間遅延。単位：秒（s） 記述例：delay=120

表4に、今回WS スクリプト機能に新たに追加したコマンドの一覧を示す。

ゲストOSの停止、または起動待ち時間内であっても、指定した装置の停止、または起動状態の確認ができれば待ち時間を抜けて次の処理に進めることができる、wait_dev コマンド、delay_dev コマンドを用意した。

また、仮想化基盤の管理者のなかには、管理者が作成したスクリプトファイルを使い、システムの停止、または起動をおこないたいという要望もあった。

今回、ユーザが作成したシェルスクリプトの内容をコマンドと一緒に設定しておく、そのシェルスクリプトの内容をサーバなどに送信し、サーバ側で直接実行できるようにした。

表4 開発製品において追加したコマンド一覧

コマンド	説明	記述例
wait_dev_on	起動状況を確認する装置名(装置アドレス)を指定し、全ての装置が起動状態になるまでスクリプト処理を待機する。	wait_dev_on=[192.168.1.1 192.168.1.2]
wait_dev_off	停止状況を確認する装置名(装置アドレス)を指定し、全ての装置が停止状態になるまでスクリプト処理を待機する。	wait_dev_off=[192.168.1.1 192.168.1.2]
delay_dev_on	装置登録されている装置名(装置アドレス)を指定し、全ての装置が起動状態になるまでスクリプトの開始を遅延する。	delay_dev_on=[192.168.1.1 192.168.1.2]
delay_dev_off	装置登録されている装置名(装置アドレス)を指定し、全ての装置が停止状態になるまでスクリプトの開始を遅延する。	delay_dev_off=[192.168.1.1 192.168.1.2]
<begin_shell_script> <end_shell_script>	ユーザ作成のシェルスクリプトを実行する。 "<begin_shell_script>"と"<end_shell_script>"の間にシェルスクリプトファイルの内容を記述すると、サーバ側にその内容を送信し実行する。	<begin_shell_script> #!/bin/sh : : <end_shell_script>

今回追加したコマンドを使用することにより、仮想化基盤などの複雑なシステムにおいても、UPSのバッテリーバックアップ時間内にシステムを停止させることができ、お客さまの要望に応えることができる。

3.3 UPS計測値保存機能

「LANインタフェースカード」は、UPSから約10秒間隔で計測値情報を取得している。

新製品では、取得した計測値情報を最大7日間分、「LANインタフェースカード」内に保存できるようにした。

UPSで異常が発生した際、保存している計測値情報を異常原因の解析用として利用できる。

この保存データはメール機能、FTP機能を使い取得することができる。

またModbusマスタ機能により、Modbusスレーブ装置から計測値を取得している場合も、UPS計測値と同様に取得値を最大7日分保存できる。この保存データもメール機能、FTP機能を使い取得することができる。

4. 仕様

新製品の仕様を表5に示す。「PRLANIF021A」と「PRLANIF022A」が「Modbus TCP」のみ利用できる仕様で、「PRLANIF023A」と「PRLANIF024A」が「Modbus TCP, Modbus RTU」両方利用できる仕様となっている。

表5 「LAN インタフェースカード」の仕様

項目	規格または特性			
型番	PRLANIF021A	PRLANIF022A (カバー付き品)	PRLANIF023A	PRLANIF024A (カバー付き品)
外形寸法	105W × 125.5D × 23.5H			
質量	80g	120g	110g	150g
動作環境	温度：-25°C ~ 60°C 湿度：0 ~ 90%RH (結露なきこと)			
消費電力	1.4W		2.1W	
LAN 通信	転送速度：100Mbps / 10Mbps (自動認識) 転送方式 (全二重 / 半二重)：自動 (auto) AUTO-MDIX 機能搭載			
機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ コンピュータの自動シャットダウン (マルチプラットフォーム) ・ 電源冗長化コンピュータのシャットダウン ・ 復電時のコンピュータ自動起動 ・ スケジュール運転 ・ UPS の状態表示 (Web 管理ツール, Web 表示ツール, SSH または Telnet) ・ SNMP エージェント (RFC1628, JEMA-MIB, 山洋電気プライベート MIB) ・ E-Mail 送信 / 受信 ・ NTP (Network Time Protocol) ・ 設定値ダウンロード / アップロード ・ テスト機能 (スクリプト実行, E-Mail 送信, SNMP トラップ送信, シャットダウン) ・ Syslog サーバへのイベント通知 ・ 計測値逸脱監視 (UPS 内部情報, Modbus 計測値) ・ 統計グラフ表示機能 (UPS 内部情報) ・ Modbus マスタ機能 / スレーブ機能 ・ Modbus TCP スレーブ機器の状態計測 (最大 16 点) ・ UPS / Modbus 計測値の収集データ保存 			
Modbus プロトコル	Modbus TCP		Modbus TCP, Modbus RTU	
プロトコル	TCP/IP, UDP, DHCP, SNMP (v1, v2c, v3), HTTP, HTTPS, Telnet, SSH, FTP, FTPs, SMTP (over SSL/TLS), POP3 (over SSL/TLS), APOP, NTP			

5. むすび

以上、Modbus 通信機能を搭載した「LAN インタフェースカード」の概要と特長を紹介した。

本製品の開発によって、新たに産業系のシステムで利用される UPS にこの「LAN インタフェースカード」を組み込むことにより、産業系のネットワークにおいても UPS を管理できるようになった。

今後、情報系のシステムだけでなく、産業系のシステムにおいても広く利用されることが期待される。

また今回の開発において、今後さらに普及していくと予測される仮想化基盤をシャットダウンできる機能を強化することができた。情報系のシステムにおいては、サーバの管理技術は、日進月歩である。「LAN インタフェースカード」においても、技術革新に乗り遅れることなく、市場要求に応えられるよう迅速な製品開発をおこない、今後もお客さまが満足できる製品を提供していく所存である。

執筆者

吉沢 勝浩

パワーシステム事業部 設計部

電源機器, 電源管理システムの開発, 設計に従事。

加藤 裕

パワーシステム事業部 設計部

電源機器, 電源管理システムの開発, 設計に従事。

水口 清志

パワーシステム事業部 設計部

電源機器, 電源管理システムの開発, 設計に従事。

樋口 健二

パワーシステム事業部 設計部

電源機器, 電源管理システムの開発, 設計に従事。

原 有希

パワーシステム事業部 設計部

電源機器, 電源管理システムの開発, 設計に従事。

竹元 直樹

パワーシステム事業部 設計部

電源機器, 電源管理システムの開発, 設計に従事。

サーボシステム事業部

成沢 康敬

Yasutaka Narusawa

私たち山洋電気は、お客さまの機械装置の性能と品質を高め、新たな価値を創造する新製品を開発し、社会に貢献している。ここでは、2019年度に開発したサーボシステム製品の特長や工夫した点を紹介し、どのようにお客さまや社会への貢献に結びついているか述べる。

DCサーボモータ製品1件、シリンダリニアサーボモータ製品1件、そしてサーボアンプ製品1件を取り上げる。

まず、DCサーボモータ製品においては、「SANMOTION Kシリーズ」を製品化した。本製品は、当社従来品に対してコギングトルクを大幅に低減するとともに、損失を低減して温度上昇を抑えた。

さらに、ブラシや構造体を工夫して、低騒音化も実現した。これら性能・特性の

向上により、3次元測定機などの精密測定機器や、人の身近で使用される医療機器などに最適な製品である。

次に、小型シリンダリニアサーボモータのシリーズに20mm幅の新製品をラインアップした。磁気回路と磁極に対するコイル数のコンビネーションを最適化して大推力化を実現するとともに、可動部を軽量化して、モータの最大加速度を従来品より14%向上した。潤滑油内蔵のリニアガイドを採用し、メンテナンス性も向上している。これら加速性能とメンテナンス性の向上により、半導体製造装置を中心に機械装置の性能と高信頼性に貢献できる新製品である。

ACサーボアンプ製品においては、「SANMOTION R 3E Model」シリーズ

に、位置決め機能内蔵タイプをラインアップした。本製品は、最大254ポイントの位置決め制御、連続動作、簡易プログラム運転など自由度の高い位置決め機能を搭載している。専用の位置決めコントローラを使用せずに、簡単に位置決め制御システムが構築でき、機械・装置の小型化・省配線化に貢献できる。PLCなどの上位コントローラとのインターフェースとしては、接点入出力仕様のパラレルタイプと、シリアル通信タイプ(RS-485, Modbus-RTU)の2種類を開発し、お客さまのシステムに合わせ最適な製品が選択できる。

以下に、各新製品の概要とその特長を紹介する。

■「SANMOTION Kシリーズ」DCサーボモータ

「SANMOTION Kシリーズ」DCサーボモータは、当社従来品に対してコギングトルクの低減、低損失化、低騒音化を実現した。従来品と同様の4種類のフランジ角サイズ(42mm, 54mm, 76mm, 88mm)をラインアップしている。本製品の特長を以下に示す。

1. コギングトルクの低減

トルク特性を維持しながら、コギングトルクが最小となるように、マグネットと電機子鉄心の形状を最適化した。そして、安定してコギングトルクが小さくなるように、電磁鋼板の積層方法やマグネットの自動貼付けなど製造技術も工夫した。これらの技術により、当社従来品に対してコギングトルクは1/2以下と大幅に低減した。

2. 低損失化

本製品は巻線機の制御方法を工夫して、線径の太い巻線を高い占積率で巻くこと

を実現し、銅損を低減した。ブラシ材質とブラシ本数を最適化することにより、従来品と同等のブラシ寿命を維持しながら、ブラシと整流子の摩擦による機械損も低減した。42mm角60Wモータでは、従来品に対して損失を31%低減した。これにより、フレームの温度上昇を25%低減し、モータ効率を約10%向上した。機械装置への温度の影響を少なくでき、省エネルギー化にも貢献できる。

3. 低騒音化

DCサーボモータは、ブラシと整流子による機械的な摺動部を持っているため、モータ回転時の主な騒音成分として、ブラシと整流子の接触による振動成分が含まれる。本製品は、ブラシ本数の最適化およびブラシを保持するブラケット部の剛性を向上することで、ブラシと整流子の接触に起因する振動騒音成分を抑制し、騒音レベルを最大8dB下げ、低騒音化を実現した。

以上のように、本製品は従来品と比較して、コギングトルクの低減、低損失化、低騒音化が図られている。これら優れた性能を有する本製品は、極低速域での速度安定性が求められる3次元測定機や、人の近くで稼働する医療機器などに最適である。



■「SANMOTION 20mm幅小型シリンダタイプリニアサーボモータ」

近年、半導体製造装置や各種自動組立装置においては、装置の小型化、生産性の向上などを目的として、小型シリンダタイプリニアサーボモータのニーズが増えている。このようななか、大推力化により推力密度と加速性能を向上し、メンテナンス性にも優れた「SANMOTION 20mm幅小型シリンダタイプリニアサーボモータ」を新たにラインアップした。本製品の特長を以下に示す。

1. 大推力化

磁石の配置方法の工夫と磁石間にマグネットスペーサを使用することで、巻線に鎖交する磁束量を高めながら、使用磁石量を削減した。

巻線・リード線の配置と処理方法を工夫して、巻線のスペースを最大限確保することで巻線の有効体積を高めた。これら磁束量と巻線有効体積の向上により、モータの大推力化と低損失化を実現した。

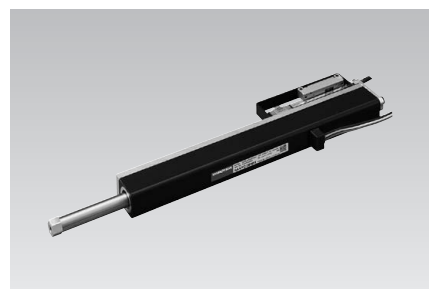
2. 推力密度と加速性能の向上

前述のとおり、大推力化により推力密度(単位電機子体積あたりの推力)を向上した。現行の12mm幅品と比較して、連続・最大とも推力密度は約40%向上している。さらに、可動子を軽量化したことで、より重い負荷質量をより大きな加速度で駆動できる。

3. メンテナンス性の向上

本製品は光学系リニアエンコーダを搭載している。このエンコーダの検出姿勢を確保するリニアガイドの取り付け方法の工夫と、自己潤滑機構付リニアガイドの採用により、モータの長期安定使用を実現し、メンテナンス性が向上した。

なお、本新製品については、本テクニカルレポートの「新製品紹介」で詳述する。



■「SANMOTION R 3E Model」位置決め機能内蔵サーボアンプ

近年、機械装置の高性能化・高速化に
応えるために、当社はEtherCATに代表
される高速モーションネットワーク機能
を搭載した多くのコントローラやサーボ
アンプを製品化し、工作機械、多関節ロ
ボットなど幅広い用途にご使用いただ
いている。

一方で、PTP位置決め制御をおこな
う搬送装置や割り出し用途では、PLCか
ら接点信号や汎用的なシリアル通信を
用いて、簡単に位置決めが制御できる
システムも求められている。この様な
ニーズに応えるべく、ACサーボアンプ
「SANMOTION R 3E Model」に位置決
め機能内蔵アンプを新たにラインアップ
した。本製品の特長を以下に示す。

1. 自由度の高い位置決め制御

上位コントローラからポイント番号を
指定するだけで、予め設定したポイント
データに従い、最大254ポイントの位置決
めがおこなえる。また、連続動作、簡易プ
ログラム運転、近回り制御など上位コント
ローラの負荷を軽減し、自由度の高い位
置決め制御が実現できる。専用の位置決
めコントローラを使用せずに、簡単にシ
ステムが構築できるため、機械装置の小型
化・省配線化に貢献できる。

2. 立上げ支援機能

ポイントデータは、「SANMOTION
MOTOR SETUP SOFTWARE」ツ
ールを利用して、PCから編集・登録できる。
登録に必要なポイントデータを、分かりや
すく入力できる編集機能や、モータや機
械の動きを簡単に確認できる支援機能を
搭載しており、従来品のACサーボアンプ
よりも利便性を向上した。

3. 豊富なラインアップ

上位コントローラとのインターフェース
としては、接点入出力仕様のパラレルタ
イプ (I/O) と、シリアル通信タイプ (RS-
485, Modbus-RTU) の2種類を開発し、お
客さまのシステムに合わせ最適な製品が
選択できる。

また、標準搭載の「安全トルク遮断
(STO)」に加え、「安全停止 (SS1, SS2)」、
「安全速度制限 (SLS)」など多様な安全
機能を搭載したセーフティモデルもライ
ンアップし、機械の安全性向上に寄与で
きる。

なお、本新製品は本テクニカルレポート
の「新製品紹介」で詳述する。



執筆者

成沢 康敬

サーボシステム事業部
サーボアンプの設計・開発業務に従事。

「SANMOTION 20mm 幅 小型シリンダタイプリニアサーボモータ」 の開発

唐玉琪 杉田 聡
Yuqi Tang Satoshi Sugita

1. まえがき

半導体製造装置やマウンタ、工作機械などの産業機械において、加工部品の搬送や加工動作の多くは直線駆動であり、ボールネジなどの直動変換機構を介さずにダイレクトに直線駆動できるリニアモータが多く採用されている。これらの装置に搭載されるリニアモータの性能・機能（推力、速度、加速度、位置決め精度など）は、用途や駆動軸（駆動方向）ごとに要求仕様が異なっているため、それぞれに最適なりニアモータが必要である⁽¹⁾。

当社では、2014年に12mm幅小型シリンダタイプリニアサーボモータ（以下、12mm幅小型シリンダリニア）を発売し、さまざまな装置、用途にご採用いただいていた。このリニアモータは、磁石可動型（Moving Magnet Type, MM-Type）リニアモータであり、永久磁石を可動側に配置することで可動子に給電が不要なので、可動子が軽量化できる。特に、ピック&プレース用途の垂直軸（Z軸）など、短いストロークを高加減速度で動作させるのに適した製品である。この特長を生かし、小型・大推力、長ストローク化した「SANMOTION 20mm幅小型シリンダタイプリニアサーボモータ」（以下、20mm幅小型シリンダリニア）を開発した。

本稿では、新規開発した20mm幅小型シリンダリニアの、製品概要、性能・機能、特長を現行品の12mm幅小型シリンダリニアと比較して紹介する。

2. 開発の背景

半導体製造・検査装置や各種組立装置（FPC貼付装置、レンズ貼付装置など）には、ピック&プレース動作（垂直軸）をおこなう軸が数多く搭載されている。これらの装置には、小型化や機構の簡素化、生産性向上のために、小型シリンダリニアが適しているが、より多くの市場ニーズに応えるためには、現行品の12mm幅小型シリンダリニアより、大推力で長いストロークの製品が必要となる。半導体製造・検査装置や各種組立装置の垂直軸向けシリンダリニアに必要な仕様は、次のとおりである。

- 1) 小型・軽量、大推力、長ストローク
- 2) リニアエンコーダ、リニアガイドを内蔵した、オールインワン構造
- 3) 複数のモータを密着して配置できる（多軸密着配置）

これらの仕様を満足した20mm幅小型シリンダリニアを開発した。

3. 開発品の仕様諸元

3.1 外観・構成

図1に開発した20mm幅小型シリンダリニアの外観を、また、図2には、その構成と寸法を示す。

本開発品は、モータ幅20mmの中に、リニアエンコーダとリニアガイドを内蔵したオールインワン構造である。モータは、ステンレスパイプの中に磁石を内蔵した可動子と、バックヨーク、巻線およびアルミフレームを一体成形した固定子（電機子）で構成している。

可動子は、固定子の両端に配置したりニアブッシュに支持され、直線駆動する。固定子は、円筒巻線の外側にバックヨークを設けることで、巻線に鎖交する磁束量を増やし、効果的に大推力化ができる。また、モータを複数並べて使用する場合の軸間相互の磁気干渉を防ぐこともできる。さらに、リニアエンコーダは、検出スケールを回転止め用のリニアガイドを介して可動子に連結することで、モータの動力ケーブルと同様にリニアエンコーダの信号ケーブルもモータの駆動時に動かない構造とした。また、このリニアガイドは、取り付け方法を工夫することでリニアエンコーダの検出姿勢を安定化するとともに、自己潤滑機構付のリニアガイドを採用することで、長期間の安定使用とメンテナンスフリーを実現した。

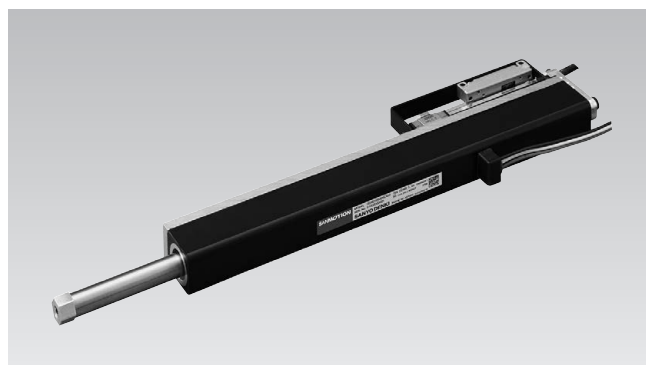


図1 20mm幅小型シリンダリニアの外観

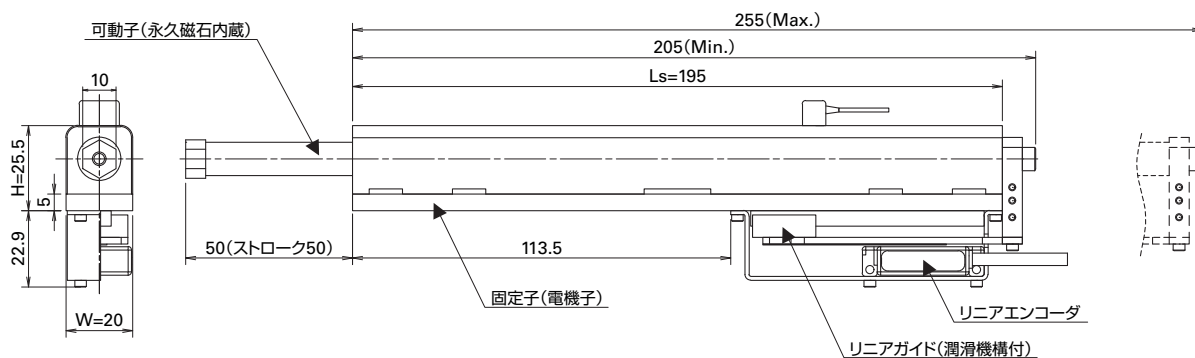


図2 20mm幅小型シリンダリニアの構成と寸法

表1 小型シリンダリニアの仕様諸元比較

項目	記号	単位	仕様	
			開発品 (20mm幅シリンダリニア)	現行品 (12mm幅シリンダリニア)
モータ型番	—	—	DE0BC005A05CX00	DE0AC001A03CX00
駆動方式	—	—	正弦波	
励磁	—	—	永久磁石(可動部)	
磁極ピッチ(N-N間)	τ_p	mm	27	24
電機子寸法(幅×長さ×高さ)	$W \times L_s \times H$	mm	20 × 195 × 25.5	12 × 170 × 17
定格推力	F_R	N	15.0	5.1
最大推力	F_p	N	50.0	16.5
定格速度	V_R	m/s	0.7	1.0
最高速度	V_{max}	m/s	1.4	2.0
ストローク	S	mm	50	30
可動子質量	M_c	g	120	45
モータ質量	M_w	g	450	192
無負荷最大加速度	a_{max}	G	42.5	37.4
最小配置間隔	W_p	mm	20	12
リニアエンコーダ	—	—	光学式インクリメンタルリニアエンコーダ	
リニアエンコーダ分解能 (4逓倍後)	—	μm	1	

3.2 性能・機能

表1に小型シリンダリニアの仕様諸元の比較を示す。本開発品は、現行の12mm幅小型シリンダリニアと比較し、定格推力と最大推力は約3.0倍である。また、ストロークは現行品の30mmより20mm長い50mm、無負荷最大加速度は約14%増加する。

本開発品は、小型・大推力と長ストロークが実現できたことで、お客さまの装置の構成簡素化と、生産性向上に貢献できる。また、複数のモータを並べて使用する場合、相互の軸間干渉が発生しないので、モータ幅の20mm間隔で並べて配置することができる。したがって、お客さまの装置内では小型シリンダリニアを密着して配置できるので、装置の設計自由度が向上し、高密度のモータ配置が可能になる。

4. 開発品の特長

4.1 大推力・低損失化

リニアモータの大推力化と低損失化を実現するために、磁気装荷としての磁束量アップと、電気装荷としての巻線部の有効体積をアップした⁽²⁾。

- 1) 可動子の磁石配置方法を工夫し、磁石間に磁性体スペーサを挟み込む構造にすることで磁石からの磁束量の増加と使用磁石量の削減を両立した。
 - ・永久磁石の磁極を反発させながら同極対向配置し、磁石と磁石の間に磁性体スペーサを入れることで、巻線に鎖交する磁束量を増加した。
 - ・巻線に鎖交する磁束量が最大になるよう、磁石と磁性体スペーサの寸法を最適化した。

2) 巻線と引出線の配置と処理方法を工夫することで巻線スペースを最大限に確保した。また、巻線の整列性を向上して占積率をアップすることで銅損を低減した。

図3に、小型シリンダリニアの電流 (I) - 推力 (F) 特性の比較を示す。本開発品は、同一電流において現行の12mm幅より大きな推力を発生することができる。また、その推力特性の線形性が非常に良いことが分かる。

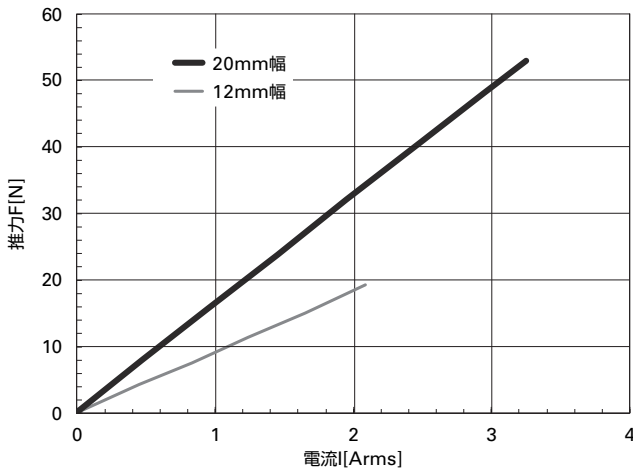


図3 電流I-推力F特性比較

図4に、小型シリンダリニアの速度 (V) - 推力 (F) 特性の比較 (瞬時領域) を示す。本開発品は、現行の12mm幅シリンダリニアより最高速度は低い、実使用領域である1m/s以下の速度領域では約2.5倍の推力を発生することができる。

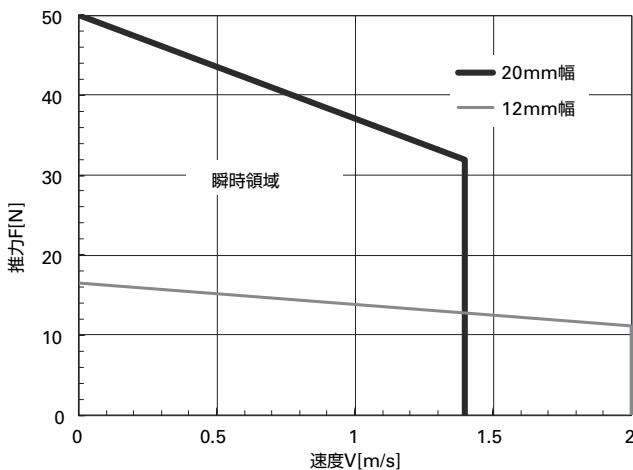


図4 速度V-推力F特性比較

4.2 推力密度と最大加速度の向上

本開発品は、モータの磁気回路と磁極ピッチの最適化、および磁極とコイル数のコンビネーションの見直しをおこない、推力特性を向上することでモータの推力密度と最大加速度を向上した。

リニアモータの特性を評価するうえで、推力密度 (単位電機子体積あたりの推力) がひとつの指標になる⁽³⁾。ここで、電機子体積は、直動支持機構 (シャフトガイド部) を除く、磁気回路部 (推力発生部) の体積とした。

推力密度 K_v は次式で表すことができる。

$$K_v = F / V_s = F / (W \times L \times H)$$

ここに、F : 推力 (連続推力, または最大推力) [N]

V_s : 電機子体積 (磁気回路部) [mm³]

W : 電機子幅 [mm]

L : 電機子長さ (直動支持機構を除く) [mm]

H : 電機子高さ [mm]

図5に小型シリンダリニアの推力密度を示す。開発品は、現行の12mm幅小型シリンダリニアと比較して、連続推力密度は39.4%、最大推力密度は43.7%向上する。

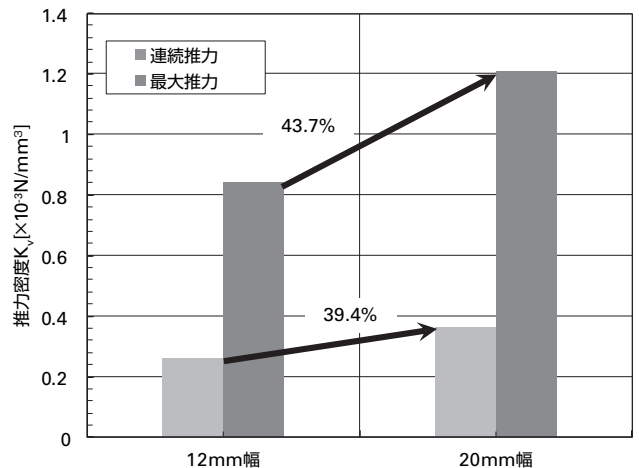


図5 小型シリンダリニアの推力密度比較

図6に、小型シリンダリニアの最大加速度の比較を示す。最大加速度は「最大推力 ÷ 可動部質量 (可動子質量 + 負荷質量)」で算出した値である。本開発品は推力密度を向上し、さらに可動子を軽量化したことで、より重い負荷質量を高加速度で駆動できる。

負荷質量がゼロのときの最大加速度は、開発品は42.5G、12mm幅小型シリンダリニアは37.4Gとなり、約14%向上する。

また、負荷質量が重くなっても、開発品の最大加速度は12mm幅小型シリンダリニアより大きくできる。最大加速度1Gのときに可動できる最大負荷質量は、開発品5kg、12mm幅小型シリンダリニアは1.6kgであり、開発品は約3倍の負荷を可動することができる。

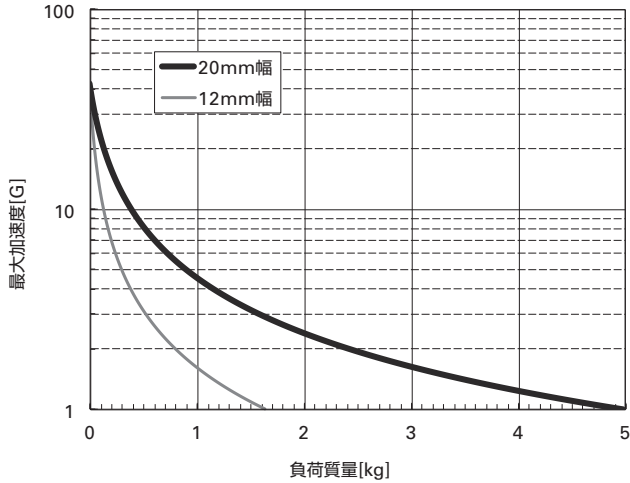


図6 小型シリンダリニアの最大加速度比較

執筆者

唐玉琪

サーボシステム事業部 設計第一部
リニアサーボモータの開発、設計に従事。
工学博士。

杉田 聡

サーボシステム事業部 設計第一部
リニアサーボモータの開発、設計に従事。

5. むすび

本稿では、半導体製造・検査装置や各種組立装置 (FPC 貼付装置、レンズ貼付装置など) の垂直軸 (Z 軸) に適した「SANMOTION 20mm 幅小型シリンダタイプリニアサーボモータ」の製品概要と性能・機能、特長を紹介した。

本開発品は、現行の12mm 幅小型シリンダリニアと比較し、大推力、高加速度、長ストロークを達成した。

- ・定格・最大推力 : 3倍
- ・無負荷最大加速度 : 1.14倍
- ・ストローク : 1.7倍

また、現行の12mm 幅小型シリンダリニアと同様に、リニアエンコーダ・リニアガイドを内蔵したオールインワンの構造を有し、単軸使用だけでなく、複数のモータを密着して並べる用途にも使用できるので、お客さまの装置の仕様にフレキシブルに適用できる。

新規開発した20mm 幅小型シリンダリニアと、現行の12mm 幅小型シリンダリニアを、半導体製造・検査装置やマウンタ、ボンド、プローバなどの用途に幅広くご使用いただくことで、お客さま装置の性能と生産性の向上に大きく寄与できると考える。

文献

- (1) 産業用リニアドライブ技術の応用展開調査専門委員会：最新！リニアモータ応用の状況, 電学技報, 1368, pp.14-27 (2016.3)
- (2) 唐玉琪 ほか1名：SANMOTION 小型シリンダリニアサーボモータの開発, SANYODENKI Technical Report, No.38, pp.42-45 (2014.11)
- (3) 杉田 聡 ほか3名：産業用リニアサーボモータの紹介, 平成26年電気学会全国大会シンポジウム, 5-S24-2, p.3 (2014.3)

「SANMOTION R 3E Model」 位置決め機能内蔵サーボアンプの開発

伊藤 直弘 小菅 泰幸 藤沢 健一
Naohiro Ito Hiroyuki Kosuge Kenichi Fujisawa

石崎 圭介 久保 直希 西沢 英朗
Keisuke Ishizaki Naoki Kubo Hideaki Nishizawa

1. まえがき

近年、多くの製造現場では、生産性や品質の向上のために、産業機械や自動化設備が積極的に導入されている。このようななか、当社はEtherCATに代表される高速モーションネットワーク機能を搭載した多くのモーションコントローラやサーボアンプを製品化している。これらの製品は主に多軸の同期制御を必要とする工作機械、多関節ロボットなど幅広い用途にご使用いただいている。

一方で、PTP位置決め制御をおこなう搬送装置や割り出し用途では、接点信号や汎用的なシリアル通信を用いてPLCなどから簡単に位置決め制御がおこなえるシステムが求められている。本稿では、このような要求に応えるために開発した「SANMOTION R 3E Model」位置決め機能内蔵サーボアンプの概要、特長、および開発のポイントについて紹介する。

2. 製品概要

2.1 外観・外形

本開発品では、インターフェース仕様により、パラレルタイプ(I/O)とシリアルタイプ(RS-485,Modbus-RTU)の2つのタイプをリリースした。

AC200V入力/アンプ容量150Aのパラレルタイプの外観を図1に、外形図を図3に示す。

また、AC200V入力/アンプ容量30Aのシリアルタイプの外観を図2に、外形図を図4に示す。

外形寸法はすべての入力電源仕様、アンプ容量において「SANMOTION R 3E Model」アナログ/パルス列インターフェースモデル、EtherCATインターフェースモデルと同サイズで取付けの互換性を維持した。

さらに、安全機能を搭載したセーフティモデル、AC400V入力仕様もラインアップした。

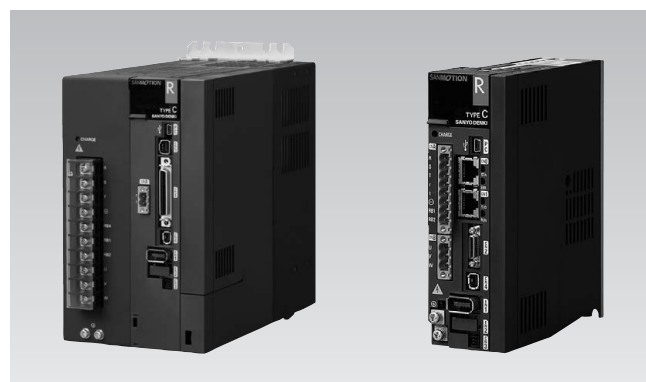


図1 パラレルタイプ
(I/O)
AC200V/150A外観

図2 シリアルタイプ
(RS485 準拠)
AC200V/30A外観

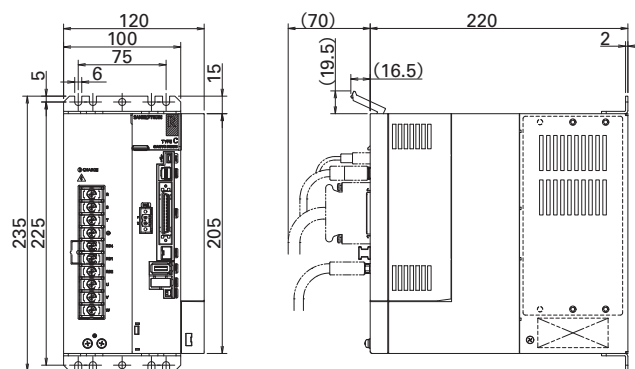


図3 パラレルタイプ外形図：AC200V/150A

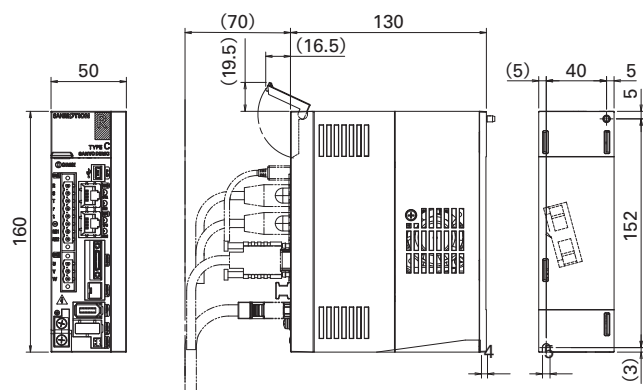


図4 シリアルタイプ外形図：AC200V/30A

2.2 基本仕様

1) サーボアンプの仕様

表1に、サーボアンプの基本仕様を示す。

表1 サーボアンプの基本仕様

項目		仕様	
組合せ	入力電源	AC200 ~ 240V	
		AC100 ~ 120V	
		AC380 ~ 480V	
	適用モータ	SANMOTION Rシリーズ ロータリモータ	
		SANMOTION DD, DSシリーズリニアモータ	
	適用 エンコーダ	標準	バッテリーレスアブソリュート エンコーダ
			インクリメンタルシステム用 アブソリュートエンコーダ
		オプション	バッテリーバックアップ方式 アブソリュートエンコーダ
			省配線インクリメンタル エンコーダ
		EnDat2.2エンコーダ (HEIDENHAIN社製)	
環境	使用・保存温度	0 ~ +55°C, -20 ~ +65°C	
	使用・保存湿度	90%RH以下(結露しないこと)	
	標高	1,000m以下	
	振動/衝撃	4.9m/s ² / 19.6 m/s ²	
安全機能	アンプ本体	STO (安全トルク遮断)	
	機能安全モジュール	STO, SS1, SS2, SLS, SOS, SSM, SBC	
機能	機械振動 共振抑制	・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	・オートチューニング応答性 40段階 ・サーボ調整支援機能	
	セットアップソフトウェア	立上げ, 監視, 診断 ・仮想モータ運転 ・エンコーダ, アンプ温度モニタ ・消費電力モニタ ・ドライブレコーダ ・寿命診断 (リレー, 保持ブレーキ) ・エンコーダ通信品質モニタ	
適合法規制	UL/cUL	UL61800-5-1/ C22.2 No274-13	
	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	

2) 位置決め機能の仕様

表2に、位置決め機能の仕様を示す。

表2 位置決め機能の仕様

制御軸数	1軸	
登録ポイント数	最大254ポイント	
最大指令量	-2,147,483,648 ~ +2,147,483,647	
指令単位	mm, deg, パルス	
加減速	直線 / S字切替	
ポイントデータ 設定	「SANMOTION モータセットアップソフト ウエア」による数値入力, ティーチング	
移動ポイント 番号設定	パラレル8bit (バイナリコード)	シリアル8bit (バイナリコード)
トルク制限	0 ~ 799% (定格を100%) ただし, 瞬時最大トルク以下	
ソフトウェアリミット	あり	
移動モード	ポイント指定移動	
	原点復帰	
	手動(JOG)	
	手動(1Step)	
領域信号	最大8ゾーン	

2.3 インタフェース仕様

上位コントローラとのインタフェースとして、パラレルタイプ(I/O)とシリアルタイプ(RS485, Modbus-RTU)の2種類を開発した。装置のシステムに合わせ最適なインタフェースが選択できる。表3に、インタフェースの仕様を示す。

表3 インタフェース仕様

インタフェース		パラレルタイプ (I/O)	シリアルタイプ (RS485準拠)
入力	汎用入力	なし	7ch
	固定入力	20ch	なし
	ポイント指定	8ch	通信経由
出力	汎用出力	なし	2ch
	固定出力	17ch	なし

1) パラレルタイプ (I/O)

パラレルタイプは、接点入出力信号のみを使用して、簡単に位置決め制御がおこなえる。サーボアンプからの出力信号は、同一製品でコントローラの入力信号仕様のシンク型, ソース型どちらにも対応できる。

2) シリアルタイプ (RS-485, Modbus-RTU)

シリアルタイプは、PLCと周辺機器との通信用に開発されたRS-485のModbus-RTUプロトコルを採用し、さまざまなコントローラと接続できる。コイルのリード, ライトおよびレジスタのリード, ライトのコマンドを使用するだけで、簡単に位置決め制御, パラメータ設定, サーボアンプ・モータの状態を確認できる。表4に、シリアルタイプの通信仕様を示す。

表4 シリアルタイプ通信仕様

項目	内容	初期値	備考
プロトコル	Modbus-RTU	—	バイナリモード 固定
インタフェース	RS-485 (1:N)	—	最大8軸
伝送速度 (bps)	4800,9600, 19200,38400, 57600,115200	115200	
スタートビット	1	1	固定
データ長 (bit)	8	8	固定
パリティ	なし, 偶数, 奇数	偶数	
ストップビット	1,2	1	
電氣的仕様	RS-485 準拠 (半二重通信)	—	固定
コネクタ	RJ-45	—	

3. 特長

3.1 自由度の高い位置決め制御

本開発品で搭載している位置決め制御機能の特長を以下に示す。

1) 基本機能

上位コントローラからポイント番号を指定するだけで、あらかじめ設定したポイントデータに従い最大254ポイントの位置決めがおこなえる。ポイントデータごとに、速度、S字加減速などのプロファイルデータ、サーボゲイン切替選択、電流制限値などを設定でき、機械条件に合わせてきめ細かな制御が実現できる。

2) 連続動作

単独ポイントへの位置決め以外に、ポイント間の連続動作もおこなえる。連続動作には、図5に示すようにポイントごとに停止して変速する「停止変速動作」、図6のようにポイントを通過すると変速する「連続変速動作」があり、用途に合わせて使用方法を選択できる。

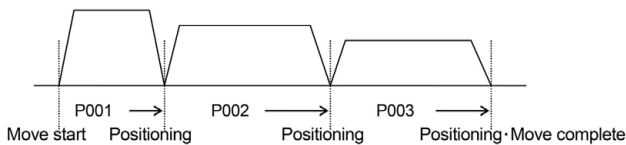


図5 停止変速動作

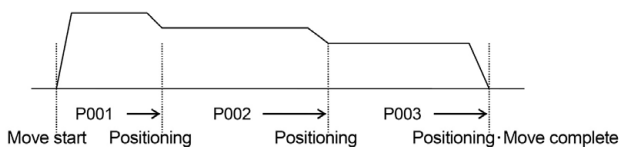


図6 連続変速動作

3) 近回り制御

工作機械の割り出し装置などモータがある方向に無限回転し続ける用途では、機械条件に合わせて位置座標範囲を任意の値に設定できる。これにより、モータが回転し続けても、機械の位置に合った座標で位置決めできる。また、図7に示すように目標位置までの距離が近い方向を自動判別する近回り制御もおこなえ、タクトタイムの向上に寄与できる。

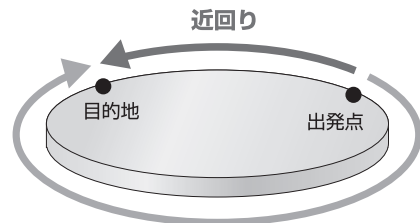


図7 近回り制御の動作イメージ

4) 簡易プログラム運転

図8に示すように、あるポイントへ移動後、任意のポイントへ無条件にジャンプしたり、同じ動作を指定回数実行するなど簡易プログラム機能を搭載している。これにより、上位コントローラの負荷が軽減できる。

✓ 無条件ジャンプ、任意のポイントにジャンプします						
	POINT	移動量	ループモード選択	JP	繰り返し回数	
例1	0	8192	1	253	0	
ポイント0を実行後、253へジャンプします						
✓ 指定されたポイントに、指定回数だけループします						
	POINT	移動量	ループモード選択	JP	繰り返し回数	
例2	3	0	0	0	0	
	4	1000	0	0	0	
					3回繰り返し	3
	5	-1000	3	4	3	
	6	8192	3	4	3	

図8 簡易プログラム運転

これら豊富な機能により、専用の位置決めコントローラを使用せずに、柔軟で自由度の高い位置決め制御システムが簡単に構築でき、機械装置の小型化・省配線化に貢献できる。

3.2 安全機能

本開発品では、「安全トルク遮断 (STO)」、「安全停止 (SS1, SS2)」、「安全速度制限 (SLS)」など多様な安全機能を搭載したセーフティモデルもラインアップした。これにより、モータを安全に停止させたり、回転させたりすることができ、装置の安全システムを簡単に構築できる。また、非常停止などによりモータのトルクをオフする場合、従来はサーボアンプの入力電源をマグネットスイッチなどで遮断させる必要があった。STO機能を使用することで電源遮断は不要となるため、装置の再起動にかかる時間を短縮できる。

3.3 立上げ支援機能

位置決め制御に必要なポイントデータは、「SANMOTION MOTOR SETUP SOFTWARE」(以下、セットアップソフトウェア)を利用してPCから設定する。登録に必要なポイントデータを分かりやすく入力できる編集機能や、簡単にモータや機械の動きを確認できる試運転、ポイント移動などの支援機能をセットアップソフトウェアに搭載した。これらの機能を活用することで、装置の立ち上げが容易になる。

図9に、ポイントデータの設定・編集画面を示す。設定するポイントの行をクリックすると、設定に必要な項目を分かりやすく示したポイントデータ編集画面が表示され、簡単にポイントデータを設定できる。

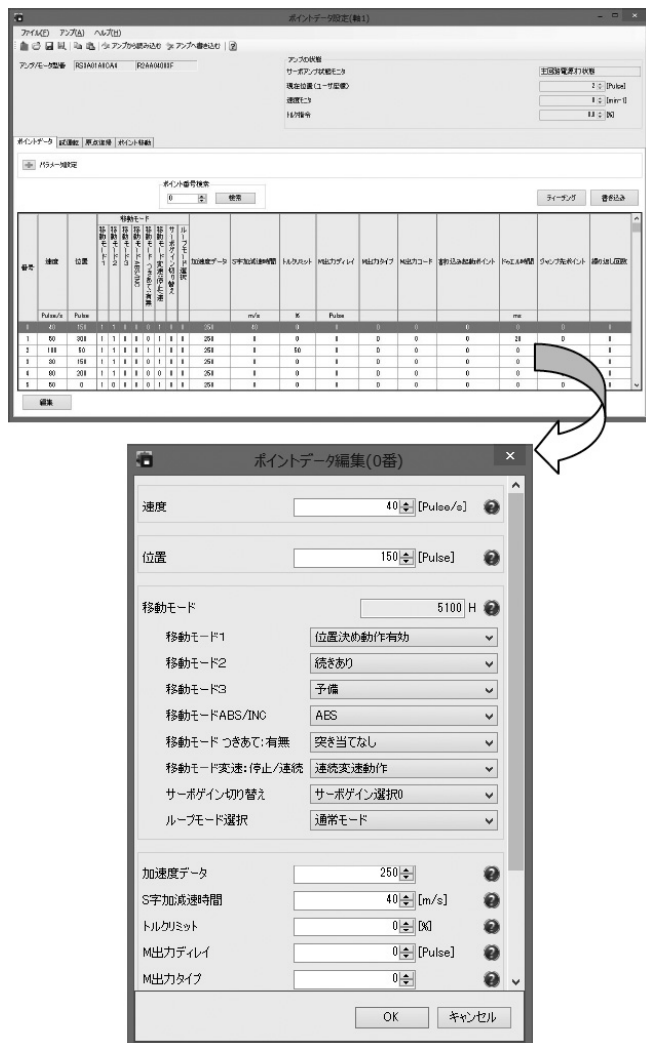


図9 ポイントデータ設定・編集画面

4. 開発のポイント

本開発品は、従来品の位置決め機能と互換性を維持しながら、AC400V電源仕様、大容量アンプ、セーフティモデルなど、より多くの製品を同時にラインアップした。ここでは、従来品からの置き換えを簡単にするための工夫や、豊富な製品を同時にラインアップするために取り組んだ工夫など開発のポイントを紹介する。

4.1 置き換えの容易性

従来品からの置き換えに掛かる手間を削減し、簡単に置き換えられるよう以下の工夫をおこなった。

① 互換性

各種位置決め機能は従来品と互換性を持たせ、上位コントローラのプログラム変更を不要とした。また、従来品で作成したポイントデータファイルは、そのまま使用できるようにファイルの互換性も維持し、ポイントデータの再作成も不要とした。

② パラメータ変換ツール

サーボゲインなどのパラメータファイルの互換性はないが、従来品で作成したパラメータファイルを本開発品へ流用できるようパラメータファイルの自動変換ツールを準備した。

4.2 設計の共通化

「SANMOTION R3E Model」の豊富なラインアップに対応するために、設計の共通化に取り組み、開発期間を短縮した。

① 出力回路の共通化

従来品は、コントローラの入力仕様(シンク型、ソース型)により、サーボアンプの出力回路も異なっていた。本開発品は同一回路でどちらの入力仕様にも適用できるよう出力回路を共通化した。

② 部品の共通化

アナログ・パルス列やEtherCAT製品の部材(樹脂ケース、ダイカストなど)をなるべく共通で使用できるようにし、構造設計を効率化した。

③ ソフトウェアの統合

ソフトウェアの構造やモジュール設計を工夫し、パラレルタイプとシリアルタイプのソフトウェアを一つに統合することで、ソフトウェアの開発期間を短縮した。

④ 製品型番の集約

出力回路の共通化や、安全トルク遮断(STO)機能の標準搭載により、アナログ/パルス列インターフェースモデルと比較して製品型番を1/4に集約した。これによりお客さまの管理工数の削減に寄与する。

5. むすび

本稿では、ACサーボアンプ「SANMOTION R 3E Model」シリーズに新たにラインアップした位置決め機能内蔵サーボアンプの概要、特長、および開発のポイントを紹介した。

本開発品は、

- ① 最大254ポイントの位置決め、連続運転、簡易プログラム運転など豊富な位置決め機能を搭載している。
- ② コントローラの仕様に合わせて、最適なインターフェースが選択できるようパラレルタイプ (I/O) とシリアルタイプ (RS-485, Modbus-RTU) の2種類を開発した。
- ③ 機械の安全性に寄与し、装置の安全システムを簡単に構築できるようセーフティモデルもラインアップした。
- ④ ポイントデータを分かりやすく登録・編集できる機能や、モータの動きを簡単に確認できる機能など、セットアップソフトウェアの機能を拡充し、従来品より使い勝手を向上した。
- ⑤ 従来品と位置決め機能、ポイントデータファイルの互換性を維持し、置き換えを容易にした。
- ⑥ お客様の管理工数を削減するために、出力回路 (シンク型・ソース型) の共通化、安全トルク遮断機能 (STO) を標準搭載し、製品型番を集約した。

このサーボアンプは、PTP位置決め用途において、専用の位置決めコントローラを用いずに、簡単にシステムが構築できるため、機械装置の小型化・省配線化、そしてコストパフォーマンスの向上に大きく貢献できると考える。今後は、IoT機能などを組み込み、お客様の価値向上に貢献できる新製品を開発、提案していく所存である。

執筆者

伊藤 直弘

サーボシステム事業部 設計第二部
サーボアンプの開発、設計に従事。

小菅 泰幸

サーボシステム事業部 設計第二部
サーボアンプの開発、設計に従事。

藤沢 健一

サーボシステム事業部 設計第二部
サーボアンプの開発、設計に従事

石崎 圭介

サーボシステム事業部 設計第二部
サーボアンプの開発、設計に従事。

久保 直希

サーボシステム事業部 設計第二部
サーボアンプの開発、設計に従事。

西沢 英朗

サーボシステム事業部 設計第二部
サーボアンプの開発、設計に従事。

重電部門			
受賞	件名	部門	氏名
奨励賞	IoT 機能搭載ファンコントローラの開発	クーリングシステム事業部 設計部 クーリングシステム事業部 設計部 クーリングシステム事業部 設計部	村上 直樹 荒起 聡直 村上 昌志
奨励賞	速度変動の低減と省エネルギーおよび低騒音を実現した DC サーボモータの開発	サーボシステム事業部 設計第一部 サーボシステム事業部 設計第一部 サーボシステム事業部 設計第一部	林 秀利 倉石 大悟 山本 裕志
	「IoT 機能付き防災用ディーゼル発電装置」の開発	パワーシステム事業部 設計部 パワーシステム事業部 設計部 パワーシステム事業部 設計部	小林 哲也 富岡 守 柴田 雅之
	「並列冗長構成の常時インバータ給電方式 UPS」の開発	パワーシステム事業部 設計部 パワーシステム事業部 設計部 パワーシステム事業部 設計部	花岡 裕之 塚田 昭洋 西澤 和也
	97 角 33 厚防水フロアの開発	クーリングシステム事業部 設計部 クーリングシステム事業部 設計部 クーリングシステム事業部 設計部	西沢 敏弥 児玉 晶生 大野 耕嗣
ものづくり部門			
受賞	件名	部門	氏名
奨励賞	自社製射出成形機の革新	サーボシステム事業部 生産技術部 製造技術第一課 サーボシステム事業部 生産技術部 製造技術第一課 サーボシステム事業部 生産技術部 製造技術第一課	武捨 雅樹 成澤 徹也 滝澤 学

部門名は推薦時のものです

主な特許

■ 2019 年度登録の特許権

登録番号	名称	発明者
特許 06465282	リニアモータ	唐 玉琪, 松下 孝, 山浦 一仁
特許 06480316	モータ制御装置	井出 勇治, 平出 敏雄
特許 06480849	系統連系インバータ装置	石田 誠, 柳澤 実
特許 06489746	磁気検出型エンコーダ用磁気シールドカバー、 および磁気検出型エンコーダ	牧内 一浩, 荘司 祐大
特許 06489842	モータ制御装置	井出 勇治, 押森 卓男, 小池 宏明
特許 06491497	モータ制御装置	井出 勇治, 倉石 大悟, 高橋 昭彦, 平出 敏雄
特許 06498087	測定装置	小池 正啓, 池田 智昭, 戸田 貴久, 村松 陽, 石原 勝充, 漆本 光瑠
特許 06498541	測定装置	石原 勝充, 戸田 貴久, 村松 陽
特許 06518515	モータ用センサ	関 貴祥
特許 06529894	コアレスリニアモータ	唐 玉琪
特許 06570783	測定装置	村松 陽, 戸田 貴久, 石原 勝充, 漆本 光瑠
特許 06601788	モータ用回転子、モータ装置、およびモータ用回転子の製造方法	中武 耕二, 大橋 正明
フィリピン特許 1-2015-000337	モータ制御ユニット	井出 勇治, 押森 卓男, 小池 宏明
フィリピン特許 1-2016-000071	モータ制御装置	井出 勇治, 倉石 大悟, 高橋 昭彦, 平出 敏雄
欧州特許 02107669	電磁ブレーキ付モータ	宮下 利仁, 山口 政裕
欧州特許 02169812	モールドモータ	宮下 利仁, 日置 洋, 知久 順一
欧州特許 02199620	軸流送風機	石原 勝充
欧州特許 02295818	遠心ファン	巖 潤傑, 栗林 宏光
欧州特許 02381111	送風機	稲田 直哉, 中村 俊之, 小河原 俊樹, 宮原 義則
欧州特許 02644902	軸流ファン	稲田 直哉, 渡辺 二郎
欧州特許 02662571	ファンフレーム	小池 正啓, 荒起 聡直, 小河原 俊樹
欧州特許 02706243	軸流ファン	柳沢 篤史
欧州特許 02913912	リニアモータ	高橋 昭彦
欧州特許 03141764	測定装置	小池 正啓, 池田 智昭, 戸田 貴久, 村松 陽, 石原 勝充, 漆本 光瑠
韓国特許 101952145	軸回転型リニアモータ、および軸回転型リニアモータユニット	唐 玉琪, 杉田 聡
韓国特許 101967926	モータ制御装置	井出 勇治, 北原 通生, 山崎 悟史
韓国特許 101971691	モータのアース線接続構造	宮下 利仁, 堀内 学
韓国特許 101992818	モータ構造	宮下 利仁, 堀内 学
韓国特許 101993174	リニアモータ	唐 玉琪, 松下 孝
香港特許 HK1199559	リニアモータ	唐 玉琪, 杉田 聡
香港特許 HK1204716	リニアモータユニット	唐 玉琪, 山浦 一仁
香港特許 HK1204717	リニアモータ	唐 玉琪, 松下 孝
台湾特許 I649942	リニアモータ	唐 玉琪, 松下 孝
台湾特許 I649957	ファンモータの制御装置	戸田 貴久, 皆瀬 尊, 渡辺 二郎
台湾特許 I657645	リニアモータユニット	唐 玉琪, 山浦 一仁
台湾特許 I661179	磁気検出型エンコーダ用磁気シールドカバー、 および磁気検出型エンコーダ	牧内 一浩, 荘司 祐大
台湾特許 I661654	ステータコアおよび永久磁石型モータ	宮下 利仁, 堀内 学
台湾特許 I661657	モータのアース線接続構造	宮下 利仁, 堀内 学
台湾特許 I666853	ステータ、ステータの製造方法、およびモータ	宮下 利仁, 鈴木 正司, 堀内 学, 武捨 雅樹
台湾特許 I667616	製品仕様設定装置及びそれを備えたファンモータ	山崎 哲也, 戸田 貴久
台湾特許 I671614	モータ制御装置	井出 勇治, 北原 通生, 山崎 悟史
台湾特許 I673434	防水型軸流ファン	石原 勝充, 中山 章, 翠川 達也, 掛山 将人
台湾特許 I675965	ファンモータの筐体	西沢 敏弥, 酒井 悠, 渡辺 二郎, 横田 雅史
台湾特許 I677631	冷却ファンの取付構造	倉石 大悟

登録番号	名称	発明者
台湾特許 I678065	モータ制御装置	井出 勇治, 北原 通生, 山崎 悟史, 平出 敏雄
中国特許 ZL201410443216.5	電磁モータ用固定子の巻線絶縁構造	中武 耕二, 依田 泰志, 大橋 正明
中国特許 ZL201410459216.4	ファンモータの筐体	西沢 敏弥, 酒井 悠, 渡辺 二郎, 横田 雅史
中国特許 ZL201410468768.1	ファンモータの制御装置	戸田 貴久, 皆瀬 尊, 渡辺 二郎
中国特許 ZL201410730354.1	防水型軸流ファン	石原 勝充, 中山 章, 翠川 達也, 掛山 将人
中国特許 ZL201410745918.9	モータ制御装置	井出 勇治, 北原 通生, 山崎 悟史
中国特許 ZL201510023115.7	ステータコアおよび永久磁石型モータ	宮下 利仁, 堀内 学
中国特許 ZL201510042487.4	ステータ、ステータの製造方法、およびモータ	宮下 利仁, 鈴木 正司, 堀内 学, 武捨 雅樹
中国特許 ZL201510063992.7	モータ構造	宮下 利仁, 堀内 学
中国特許 ZL201510088131.4	リニアモータ	高橋 昭彦
中国特許 ZL201510105596.6	冷却ファンの取付構造	倉石 大悟
中国特許 ZL201510217658.2	モータ制御装置	井出 勇治, 北原 通生, 山崎 悟史, 平出 敏雄
中国特許 ZL201510528340.6	ステッピングモータ	依田 泰志, 中武 耕二, 大橋 正明
中国特許 ZL201510572450.2	モータ制御装置	井出 勇治, 山崎 悟史, 小山 雅久
中国特許 ZL201510612683.0	モータ制御ユニット	井出 勇治, 押森 卓男, 小池 宏明
米国特許 10170970	ステッピングモータ	依田 泰志, 中武 耕二, 大橋 正明
米国特許 10193431	リニアモータ	高橋 昭彦
米国特許 10224797	リニアモータ	三澤 康司, 佐藤 寛之, 高橋 昭彦, 杉田 聡
米国特許 10236732	誘導子型回転モータ	杉田 聡, 唐 玉琪, 三澤 康司, 宮入 茂徳
米国特許 10260519	双方向軸流ファン装置	藤巻 哲, 西沢 敏弥, 川島 高志
米国特許 10274341	磁気検出型エンコーダ用磁気シールドカバー、 および磁気検出型エンコーダ	牧内 一浩, 荘司 祐大
米国特許 10312763	ステータ、ステータの製造方法、およびモータ	宮下 利仁, 鈴木 正司, 堀内 学, 武捨 雅樹
米国特許 10344764	軸流送風機及び直列型軸流送風機	中村 俊之, 宮沢 秀治
米国特許 10367393	モータ用回転子、モータ装置、およびモータ用回転子の製造方法	中武 耕二, 大橋 正明
米国特許 10393127	ファンモータの筐体	西沢 敏弥, 酒井 悠, 渡辺 二郎, 横田 雅史
米国特許 10465692	ファンモータ	工藤 愛彦, 高桑 宗仙, 翠川 達也

社内表彰 発明大賞 (優秀賞)

2019年5月表彰

受賞	件名	部門	氏名
優秀賞	防水プロアファンの排水構造	クーリングシステム事業部 設計部	児玉 晶生, 西沢 敏弥, 羽田 裕彦

社内表彰 モノづくり大賞（優秀賞）

2019年5月表彰

受賞	件名	部門	氏名
優秀賞	小型化と製品外観品質を両立する樹脂成形金型技術	クーリングシステム事業部 生産部 生産技術課第二係	山田 洋一, 新村 力也
優秀賞	リニアサーボモータ用プレート加工の自動化	人事部部付(山洋電気テクノサービス株式会社出向)	宮坂 隆, 上村 徹
		山洋電気テクノサービス株式会社	小林 英晶
		サーボシステム事業部 生産技術部 製造技術第一課第一係	平林 喜明

社外発表 一般技術誌

2019年1月～12月

題目	執筆者	誌名	発行月	発行所
特集：2018年 会員企業各社の製品・技術開発とその成果	山洋電気株式会社	電機	2019.2	一般社団法人 日本電機工業会
変化を創り新たな価値を提供するリチウムイオン電池を搭載した無停電電源装置	永井 正彦	月刊JETI	2019.6	株式会社 日本出版制作センター
防災用ディーゼル発電装置「SANUPS G53A」の開発	柴田 雅之	スマートグリッド	2019.10	株式会社大河出版
モジュール型無停電電源装置「SANUPS A22A」の開発	徳武 央也, 平田 博, 近藤 美子, 久保田 祐三, 金子 浩幸, 西澤 俊文, 春原 義美, 田中 智春, 阿部 勇太, 竹原 美香	月刊JETI	2019.11	株式会社 日本出版制作センター
「SANMOTION C モーションコントローラ SMC100」の開発	児玉 秀明, 田崎 朋伸, 佐藤 茂樹, 遠藤 博人, 中村 学, 三浦 直人, 水谷 将之, 村上 龍之介	月刊JETI	2019.11	株式会社 日本出版制作センター

社外発表 技術論文

2019年1月～12月

論文題目	執筆者	誌名	発行月	発行所
Study of a microgrid using a private power generator during a utility grid failure	Takuya Ota, Hiroaki Miyoshi (共同執筆：愛知工業大学, 東南大学, 株式会社NTT ファシリティーズ)	大会論文集	2019.5	The 3rd IEEE ICDCM (International Conference on DC Microgrids)
パラメータ変動にロバストな温度推定方法における推定した電圧外乱の成分解析	井出 勇治, 倉石 大悟, 高橋 昭彦 (共同執筆：長岡技術科学大学)	電気学会研究会資料・SPC	2019.1	半導体電力変換モータドライブ合同研究会
零速度領域を含めたSPM モータの温度推定法	井出 勇治, 倉石 大悟, 高橋 昭彦 (共同執筆：長岡技術科学大学)	令和元年電気学会産業応用部門大会講演論文集	2019.8	電気学会産業応用部門

SANYODENKI

Technical Report

49

May 2020

<http://www.sanyodenki.co.jp>

発行 山洋電気株式会社
〒170-8451 東京都豊島区南大塚 3-33-1
電話(03)5927 1020

発行者 山本 茂生

編集委員会 馬場 俊彦(委員長)
小野寺 悟(副委員長)
小林 孝至(委員兼事務局)
塚田 志保(委員兼事務局)
小峯 理恵子(委員兼事務局)

丸山 晴久 大野 耕嗣
西澤 博文 内田 成一
倉石 大悟 押森 卓男
宮崎 寛

発行日 2020年5月15日(年2回発行)