SANYO DENKI

Technical Report

特集｜2022年の技術成果

1983
Advertisement of 3C mark

55
May 2023

COLUMN

表紙：

3Cマークの広告

1983年

1983年，当社は「Computer（コンピュータ）」，「Control（コントロール）」，「Communication（コミュニケーション）」の３つの分野において，より高次元へ向かおうとする姿勢を示すため，それぞれの頭文字である「C」を大きくデザインした広告を掲げた。「ハイテクに挑戦する山洋電気」というキャッチフレーズとともに社員一丸となって厳しい市場競争に立ち向かった。

同時期に，日本電機工業会の理事として長年にわたる貢献が認められ，山本浩社長が藍綬褒章を受賞した。さらに翌年には，ステッピングモータを含むサーボ機構の開発育成による業界への貢献が認められ，横沢新二郎副社長が科学技術庁長官賞を受賞した。大変名誉なことが続き，当社のイメージアップおよび認知度向上に大きく貢献した。

55 SANYO DENKI TECHNICAL REPORT
May 2023

C O N T E N T S

未来の社会をささえる山洋電気のテクノロジー　専務執行役員　松本 吉正　1

特集：2022年の技術成果　3

■ クーリングシステム事業部

2022年の技術成果　大澤 穂波　3

□120×38mm厚ACDCファン／防水ACDCファン「San Ace 120AD」9ADAタイプ／ 9ADAWタイプ　村上 昌志 ほか　6

□140×38mm厚 低騒音ファン「San Ace 140」9RAタイプ　立山 智司 ほか　11

■ パワーシステム事業部

2022年の技術成果　山中 克俊　15

1ギガビットEthernetを搭載したUPS用「LANインタフェースカード」の開発　吉沢 勝浩 ほか　17

■ サーボシステム事業部

2022年の技術成果　山口 政裕　23

SANMOTION 高加速度・省エネルギーリニアサーボモータの開発　高橋 昭彦 ほか　26

SANMOTION F 高出力ステッピングドライバの開発　水口 政雄 ほか　31

日本電機工業会 技術功績者表彰推薦者 2022年度／第71回　36

主な特許　37

社内表彰 発明優秀賞（2022年5月表彰）　38

社内表彰 モノづくり優秀賞（2022年5月表彰）　38

社外発表 一般技術誌（2022年1月～ 12月）　38

社外発表 技術論文（2022年1月～ 12月）　39

未来の社会をささえる
山洋電気のテクノロジー

専務執行役員 松本 吉正 *Yoshimasa Matsumoto*

山洋電気は，1927年に創業しました。
4年後には創業100年をむかえます。

この1世紀の間に，山洋電気はたくさんの製品を開発してきました。当社の製品は，一般の方の目に触れる機会は少ないですがさまざまな形で社会の発展に貢献してきました。

例をあげますと，風を送り冷やす仕組み，エネルギーをコントロールする仕組み，ものをうごかす・つくる・運ぶ仕組みなどに関わってきました。

山洋電気には，3つの事業部門があります。

風を送り冷やすクーリングシステムのファンは，通信ネットワーク，パソコン，データセンタなど幅広い分野に採用されてきました。

電力をコントロールするパワーシステムの電源装置は，通信キャリアのネットワーク，コンピュータのバックアップをしてきました。

ものをうごかす，運ぶサーボシステムのモータは，自動車の製造ライン，工作機械，またコピー機，印刷機，プリンタ，ハードディスクなどに使われてきました。

私たちの身近なところで，山洋電気の製品がいろいろな場面で使われています。コンビニエンスストアでは，ショーケースのエアカーテン，冷蔵庫，保温ショーケース，ATM，POSシステム，コピー機，コーヒーメーカー，監視カメラなどに。
病院では，CTスキャン装置，MRI，磁気診断装置，マンモグラフィー，血液分析機，人口透析装置，酸素濃縮器，血液分析機，眼底検査装置，散薬分包機，医療用ベッドなどに採用されています。

これからの世界は，IoT，AI，遠隔監視，進化した自動化などさらに新しいテクノロジーが生まれています。
これらをささえるICT（情報通信技術）の製品，通信ネットワークには多くの当社製品が採用されています。
今後，実現が期待されている自動運転，水素電池自動車にも当社製品が関わってきます。

人手不足や，高齢化社会の到来にともなって，産業だけでなく多くのロボットが活躍するようになっていきます。農業，漁業，介護，家庭，先端医療，建築，無人搬送，外食産業などの分野でのロボットが開発されています。多機能化し，人に近くなるほど安全性が求められるロボットにはさまざまな形のモータが使われており，これらの分野で当社製品が活躍できます。

農業の分野では，果物や野菜を収穫すること，建築の分野では，職人の作業をまかせることなどを自動化しようとしています。

AGV（無人搬送車），AMR（自律走行搬送ロボット）はさらに進化して工場や生活のなかに入ってきます。

自動運転を実現するための装置にはファンが多く使われます。
LiDARはレーザー光を使ったセンサの一種で，対象物までの距離，位置や形状まで正確に検知できることが特長です。市街地における自動運転にはLiDARが必要不可欠です。
路側機は，道路わき（路側）に設置される通信機器やセンサ，表示機などの総称で，5G通信を利用して安全運転支援をおこないます。これらの装置にはファンによる冷却が不可欠です。

また，エネルギーの分野は大きな転換点にあります。地球温暖化の問題から注目されているカーボンニュートラル，電力のデマンドレスポンス，V2H（車から家へ），PPA（電力販売契約）などのエネルギーをコントロールする技術が開発されており，この分野では，多機能なパワーコンディショナ，グリッド管理装置など当社の製品が，大きく関わってきます。

2022年には，クーリングシステムでは空気清浄機，低騒音ファン，防水ACDCファンなど7件，パワーシステムでは高出力無停電電源装置など4件，サーボシステムでは新しいACサーボシステム，多軸リニアサーボモータなど4件の開発成果がありました。

低騒音ファンの新シリーズは，低騒音・省エネ・長寿命を実現しました。新しいサーボシリーズでは，人にやさしい，高性能・省エネの機能を高めました。

山洋電気は，2021年にテクノロジーセンターの新棟を稼働させて開発能力を強化しました。

本号では，その代表的な開発成果San Ace 140（低騒音ファン），San Ace 120AD（高風量・防水ACDCファン），LANインタフェースカード，リニアサーボモータ，高出力ステッピングドライバをご紹介します。

今後の技術の発展はめざましいものがあると期待されます。それにともなって，社会のありようも変わっていきます。技術の発展に向け，当社は新製品を開発し続けて社会をささえていきます。そして山洋電気グループは，グローバル企業として世界のトップブランドをめざしていきます。

クーリングシステム事業部

大澤 穂波
Honami Osawa

新型コロナウイルスの蔓延による感染対策の意識の高まりにより，社会環境は大きく変化した。人と人が直接対面する活動が制限され，リモートワークが一般的になった。これらの新しい生活様式の基幹として情報通信システムが非常に重要な役割を担っている。それらを構成するサーバ，ストレージ，ルータなどの情報通信機器の能力は，高速化，大容量化，高性能化が常に図られ，機器の高密度実装化による発熱の増加により，さらなる高風量・高静圧・低消費電力の冷却ファンが求められている。

さらに，屋外設置される通信基地局や太陽光発電システムのパワーコンディショナ，デジタルサイネージなどにおいても，機器の高性能化・高機能化にともない，より高い冷却性能で防水性能を有する冷却ファンが求められている。

また，不特定多数の人が集まる比較的大きな空間で空気清浄機を使用したいという要望が高まっている。

当社はこのような市場からの要求に応えるべく，業界トップの高性能と高信頼性を有する冷却ファンや空気清浄機を開発・製品化した。

以下に2022年に開発した製品の概要を紹介する。

■ 低騒音ファン

DCファン

• □80×38mm厚「San Ace 80」9RAタイプ

80×38mm厚ファンは，主に2Uサーバ業界に採用され，当社でも高性能を追求してきた。その一方で電源，計測機などの業界では，現状採用品と同等冷却性能でさらなる装置の低騒音化，低消費電力化の要求が強くなってきた。

このような要求に応えるため，業界トップ(注1)の低騒音，低消費電力を実現した「San Ace 80」9RAタイプを開発・製品化した。

注1　2022年6月10日現在。軸流DCファンとして。同サイズの場合。当社調べ。

• □120×38mm厚「San Ace 120」9RAタイプ

120×38mm厚ファンは，通信，医療，計測機器など，幅広い用途で使用されている。これらの用途では，従来製品と同等冷却性能でさらなる低騒音化，低消費電力化の要求が強くなってきた。

このような市場の要求に応えるため，業界トップ(注2)の低騒音，低消費電力を実現した「San Ace 120」9RAタイプを開発・製品化した。

注2　2022年1月27日現在。軸流DCファンとして。同サイズの場合。当社調べ。

• □140×38mm厚「San Ace 140」9RAタイプ

140×38mm厚ファンは，業務用空調機器や医療機器などで多く使用されている。これらの用途は人が近くにいる環境のため，低騒音の要求が強くなってきた。さらに，環境やランニングコストの面から低消費電力化の要求も多い。

このような市場の要求に応えるため，業界トップ(注3)の低騒音，低消費電力を実現した「San Ace 140」9RAタイプを開発・製品化した。本号の新製品紹介にて詳しく紹介する。

注3　2022年10月27日現在。軸流DCファンとして。同サイズの場合。当社調べ。

■ 防水ファン

DCファン

• □40×20mm厚「San Ace 40」9WPAタイプ
• □40×28mm厚「San Ace 40」9WPAタイプ

通信基地局，急速充電器，監視カメラなど，屋外で使用される装置の高性能化にともない，小型の防水ファンには今まで以上に高い性能が求められるようになってきた。

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，保護等級IP68(注5)を実現した防水ファン「San Ace 40」9WPAタイプを開発・製品化した。

注4　2022年6月28日現在。防水ファンとして。同サイズの場合。当社調べ。
注5　保護等級IP68
保護等級（IPコード）は，IEC（国際電気標準会議）60529「DEGREES OF PROTECTION PROVIDED BY ENCLOSURES（IP Code）」で規定されている。
（IEC 60529）

■ □120×38mm厚ACDCファン

• □120×38mm厚「San Ace 120AD」9ADAタイプ
• □120×38mm厚「San Ace 120AD」9ADAWタイプ

120×38mm厚サイズのACDCファンには，当社現行品（9ADタイプ）以上の高風量品を要求する顧客が増えてきた。また，工場設備で使用される制御盤や植物工場などACファンが好まれる用途においては防水・防塵性能を有する耐環境ファンの要求が高まってきた。

このような要求に応えるため，業界トップ(注6)の高風量，高静圧を有する「San Ace 120AD」9ADAタイプ，および保護等級IP68(注5)を有する9ADAWタイプを開発・製品化した。本号の新製品紹介にて詳しく紹介する。

注6　2022年8月24日現在。ACDCファン，防水ACDCファンとして。同サイズの場合。当社調べ

■ □160×51mm厚ACDCファン

- □160×51mm厚「San Ace 160AD」9ADタイプ
- □160×51mm厚「San Ace 160AD」9ADWタイプ

当社独自のサイズである160×51mm厚ACファンは制御盤，産業機器，空調機器などで使用されている。

これらの用途では，低消費電力や低騒音，防水機能，PWM制御機能，入力電圧のワイドレンジ仕様の要求が増えてきた。

このような市場の要求に応えるため，160×51mm厚ACDCファンおよび保護等級IP56(注7)を有する「San Ace 160AD」9ADタイプ，9ADWタイプを開発・製品化した。

注7 保護等級IP56
保護等級（IPコード）は，IEC（国際電気標準会議）60529「DEGREES OF PROTECTION PROVIDED BY ENCLOSURES（IP Code）」で規定されている。
（IEC 60529）

■ 空気清浄機

- 「San Ace Clean Air」

空気汚染や新型コロナウイルスの蔓延などにより，きれいな空気を求める社会的要望が高まってきた。今後も感染症対策として人が多く集まる施設などでは，大型の空気清浄機の需要は増々高まる。

このような市場の要求に応えるため，当社がこれまでに蓄積した冷却ファンの技術と高効率の流路設計技術を活かして，大きな空間で使用できる除菌と集塵を兼ね備えた空気清浄機「San Ace Clean Air」を開発・製品化した。

執筆者

大澤 穂波
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。

□120×38mm厚ACDCファン／防水ACDCファン「San Ace 120AD」9ADAタイプ／9ADAWタイプ

村上 昌志 *Masashi Murakami*
小川 範昭 *Noriaki Ogawa*
小野沢 泉 *Izumi Onozawa*
西沢 敏弥 *Toshiya Nishizawa*
大林 英俊 *Hidetoshi Oobayashi*
村田 雅人 *Masato Murata*

1. まえがき

120×38mm厚サイズのACDCファンはおもに工場設備の制御盤で使用されている。制御盤は近年，小型化，高密度化が進んでおり，高風量・高静圧化が求められている。また，粉塵などが舞う工場設備や水のかかる植物工場などの過酷な環境下でもACDCファンを使用したいとの要望が増えており耐環境性能も求められている。

このような市場要求に応えるために，高風量・高静圧である120×38mm厚サイズのACDCファン「San Ace 120AD」9ADAタイプと，耐環境性能を有する同サイズの防水ACDCファン「San Ace 120AD」9ADAWタイプ（以下，開発品とする）を開発した。

本稿では，開発品の性能と特長，そして，開発のポイントを紹介する。

2. 開発品の特長

図1に9ADAタイプ，図2に9ADAWタイプの外観を示す。以下に開発品の特長を示す。

(1) 高風量・高静圧
(2) ワイドレンジのAC入力電圧に対応

加えて，9ADAWタイプは，当社ACDCファンでは初となる以下の特長を有する。

(3) 防塵・防水「保護等級IP68(注)」

注：保護等級IP68
保護等級（IPコード）は，IEC（国際電気標準会議）60529「DEGREES OF PROTECTION PROVIDED BY ENCLOSURES（IP Code）」で規定されています。（IEC 60529）

3. 開発品の概要

3.1 寸法諸元

図3に9ADAタイプ，図4に9ADAWタイプの寸法緒元を示す。外形サイズ，取り付け寸法などは，両タイプ共通であり，また従来品と互換性を保っている。

図1　□120×38mm厚「San Ace 120AD」9ADAタイプ

図2　□120×38mm厚「San Ace 120AD」9ADAWタイプ

3.2 特性

3.2.1 一般特性

表1に9ADAタイプ，表2に9ADAWタイプの一般特性示す。

使用電圧範囲が90～264Vとなっており100V系と200V系で使用できる。

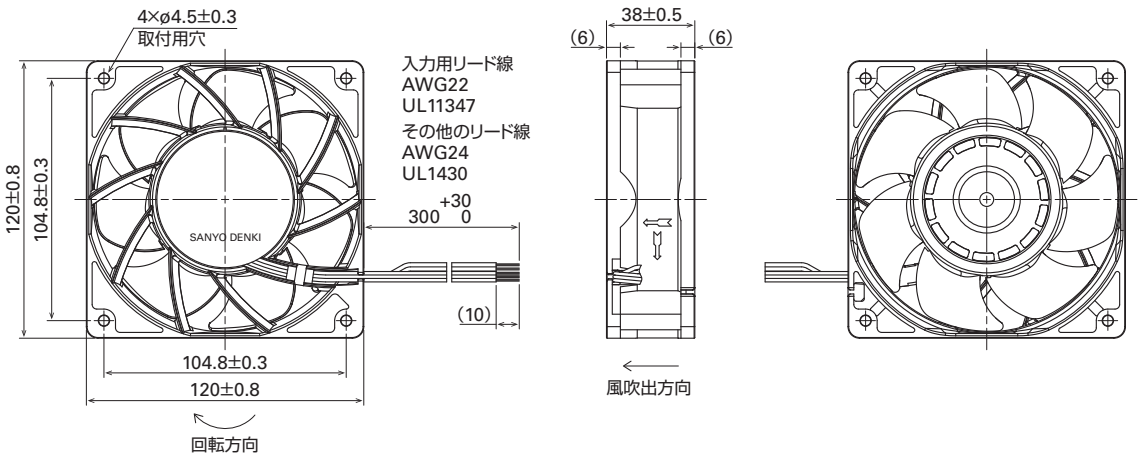


図3　□120×38mm厚「San Ace 120AD」9ADAタイプの寸法諸元　（単位：mm）

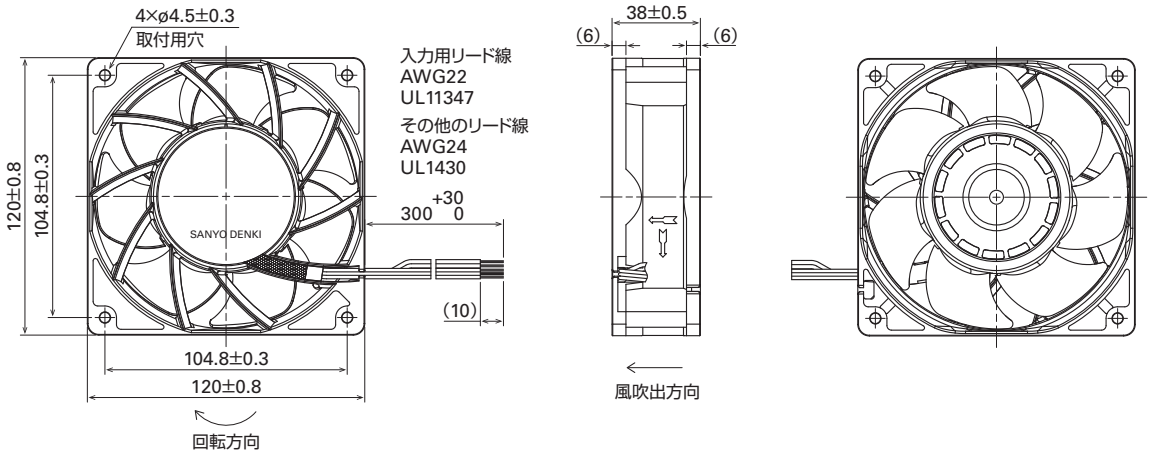


図4　□120×38mm厚「San Ace 120AD」9ADAWタイプの寸法諸元　（単位：mm）

表1　□120×38mm厚「San Ace 120AD」9ADAタイプ一般特性

型番	定格電圧 [V]	使用電圧範囲 [V]	周波数 [Hz]	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 [m^3/min]	最大風量 [CFM]	最大静圧 [Pa]	最大静圧 [inchH_2O]	騒音レベル [dB (A)]	使用温度範囲 [℃]	期待寿命 [h]
9ADA1201P1G001	100～240	90～264	50/60	100	0.17	9.0	4400	3.9	138	170	0.683	52	－20～＋70	40000/60℃ (70000/40℃)
				20	0.04	1.4	1050	0.93	32.8	15	0.06	25		
9ADA1201G1002				—	0.17	9.0	4400	3.9	138	170	0.683	52		
9ADA1201H1002					0.13	6.6	3800	3.36	119	128	0.514	48		60000/60℃ (90000/40℃)

※入力PWM周波数：25kHz。周囲温度40℃の場合の期待寿命は参考値です。PWMデューティ0%時の回転速度は0min^{-1}。

表2　□120×38mm厚「San Ace 120AD」9ADAWタイプ一般特性

型番	定格電圧 [V]	使用電圧範囲 [V]	周波数 [Hz]	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 [m^3/min]	最大風量 [CFM]	最大静圧 [Pa]	最大静圧 [inchH_2O]	騒音レベル [dB (A)]	使用温度範囲 [℃]	期待寿命 [h]
9ADAW1201P1H001	100～240	90～264	50/60	100	0.13	6.6	3800	3.36	119	128	0.514	48	－20～＋70	60000/60℃ (90000/40℃)
				25	0.04	1.4	1050	0.93	32.8	15	0.06	25		
9ADAW1201H1002				—	0.13	6.6	3800	3.36	119	128	0.514	48		

※入力PWM周波数：25kHz。周囲温度40℃の場合の期待寿命は参考値です。PWMデューティ0%時の回転速度は0min^{-1}。

3.2.2 風量－静圧特性

図5に9ADA1201P1G001の風量－静圧特性例を，図6に9ADA1201G1002と9ADA1201H1002の特性差例を，図7に9ADAW1201P1H001の風量－静圧特性例を示す。開発品はすべて入力電圧100Vから240Vにおいて風量－静圧特性は変わらない。

3.2.3 PWMコントロール機能

9ADA1201P1G001と9ADA1201P1H001はPWMコントロール機能を有し，冷却ファンの速度を制御できる。

3.3 期待寿命

開発品の周囲温度60℃における期待寿命は,9ADA1201P1G001は40,000時間，9ADA1201H1002と9ADAW1201P1H001は60,000時間（いずれも残存率90%，定格電圧連続運転，フリーエア状態，常湿）である。

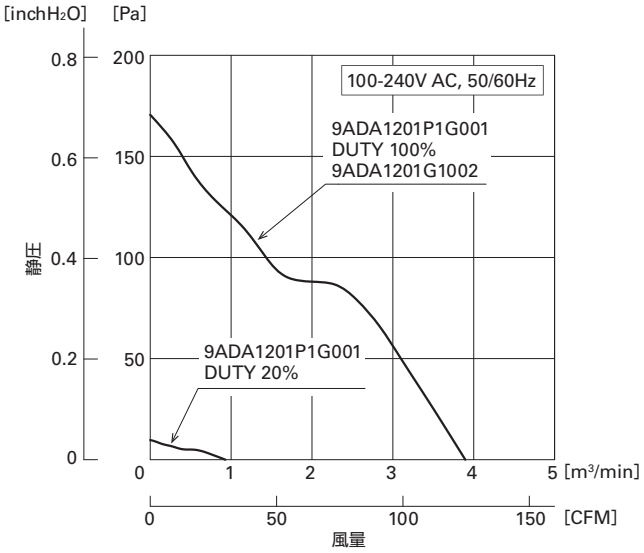


図5　9ADA1201P1G001の風量－静圧特性例

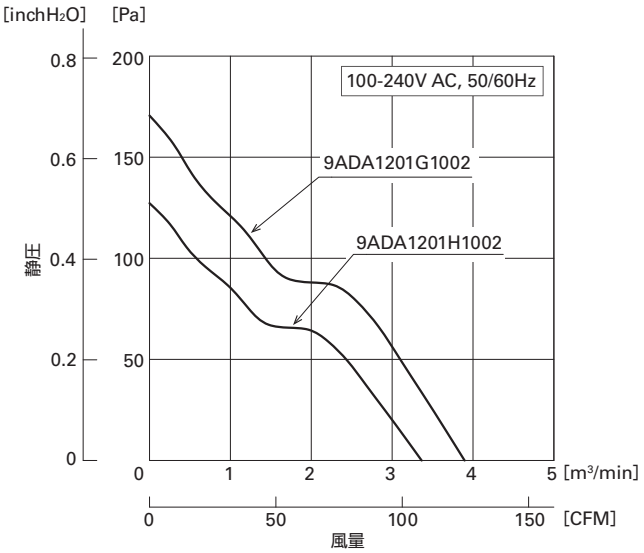


図6　9ADA1201G1002と9ADA1201H1002特性差例

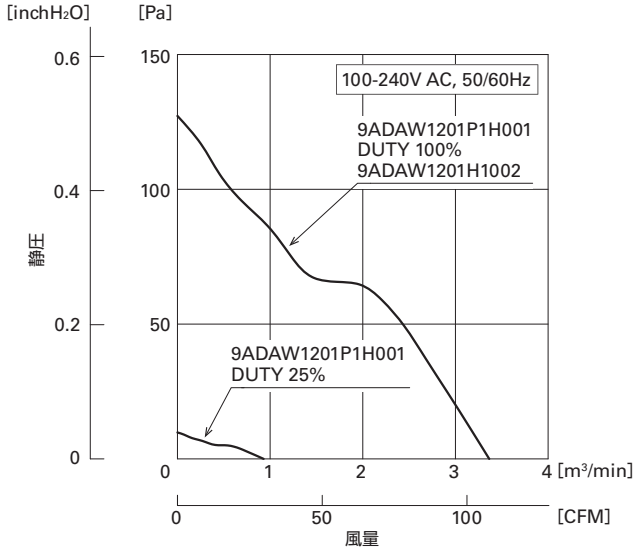


図7　9ADAW1201P1H001の風量－静圧特性例

4. 開発のポイント

開発品は，従来品のACDCファンと同じサイズを維持しながら高風量・高静圧を実現した。さらに9ADAWタイプは防塵・防水性能を備えている。

以下に開発品のポイントを説明する。

4.1 羽根・フレーム設計

図8に「San Ace 120AD」の開発品と従来品の羽根・フレームの形状比較を示す。

シミュレーションと実機評価で，羽根の枚数，長さ，角度，フレームの形状など，さまざまな組み合わせを検証し，送風効率の優れる最適な形状を決定した。

4.2 回路設計

羽根・フレームの形状により基板サイズが制限されるなかで，高風量･高静圧化とワイドレンジの入力電圧に対応しながら，安定動作する回路にすることが課題であった。

ACDC変換回路の効率向上を図り，モータを駆動するDC電圧の最適化をおこない，その仕様に最適な電子部品を選定することで，課題を解決した。

4.3 防水設計

開発品9ADAWタイプの活電部外観を図9に示す。

9ADAWタイプは，当社として初めて保護等級IP68を実現した防水ACDCファンである。

当社防水DCファンは保護等級IP68の製品が多いが，ACDCファンの保護等級はIP56までであった。これはDCファンと同様のモータ部と回路部を全て樹脂でコーティングする構造では，ACDCファン特有の部品に対する信頼性と異常時の安全性が確保できないためである。

本開発品においては，当社防水DCファンの構造をベースに，

従来の防水ACDCファンの構造を組み合わせた新たな構造を採用することで，信頼性と異常時の安全性を確保し，保護等級IP68を実現した。

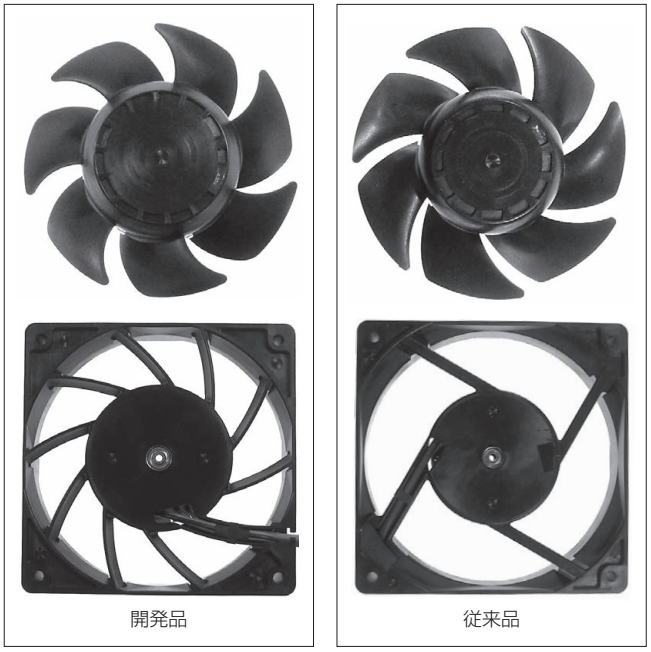


図8　開発品と従来品の形状比較

図9　開発品の活電部外観

5. 開発品と従来品の比較

5.1 風量－静圧特性の比較

図10に開発品の9ADA1201P1G001と従来品の風量－静圧特性例比較を示す。従来品と比較して，最大風量は30%，最大静圧は102%向上した。

図11に開発品の9ADAW1201P1H001と従来品の風量－静圧特性例比較を示す。従来品と比較して，最大風量は12%，最大静圧は52%向上した。

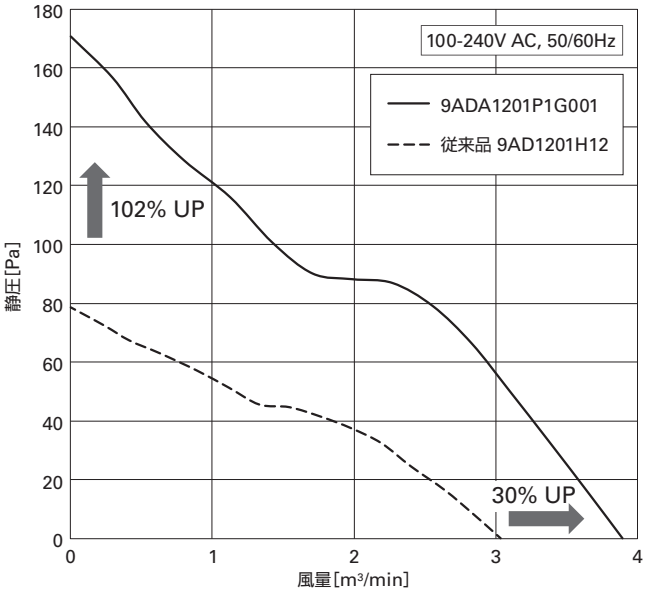


図10　従来品と9ADA1201P1G001風量－静圧特性比較（100V/60Hz）

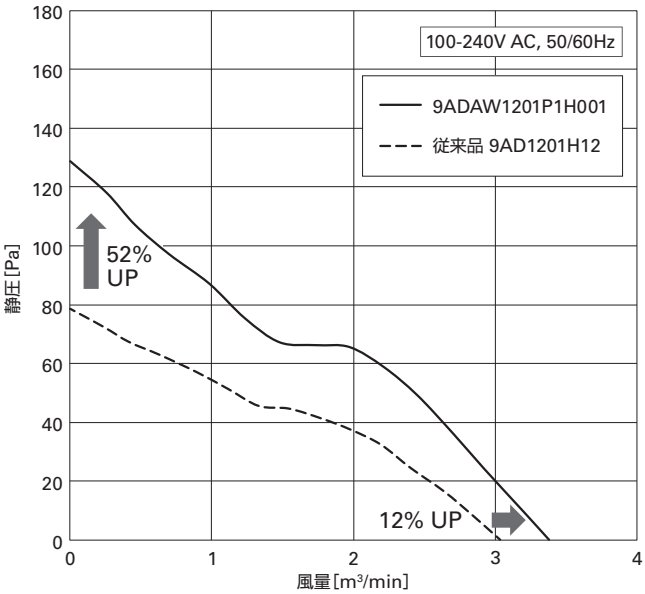


図11　従来品と9ADAW1201P1H001の風量－静圧特性比較（100V/60Hz）

6. むすび

本稿では，ACDCファン「San Ace 120AD」9ADAタイプおよび防水ACDCファン「San Ace 120AD」9ADAWタイプの特長と性能の一部を紹介した。開発品はともに従来機種より高風量・高静圧を実現し小型化，高密度化した制御盤を冷却できる。9ADAWタイプは防塵･防水性能を備えたことにより，過酷な環境での需要を満たすことができる。

今後も，市場要求に応える製品を提供することで，お客さまの新しい価値の創造に貢献できるよう製品開発をしていく所存である。

執筆者

村上 昌志
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。

小川 範昭
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。

小野沢 泉
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。

西沢 敏弥
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。

大林 英俊
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。

村田 雅人
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。

□140×38mm厚 低騒音ファン「San Ace 140」9RAタイプ

立山 智司 *Satoshi Tateyama*
宮沢 昌嗣 *Masashi Miyazawa*
山崎 嘉久 *Yoshihisa Yamazaki*
西川 修 *Osamu Nishikawa*
清水 亮 *Ryo Shimizu*
栗林 宏光 *Hiromitsu Kuribayashi*

1. まえがき

業務用空調機器や医療機器などの人の近くで使われる装置は，とりわけ静かなファンが要求される。加えて近年では，世界的なCO_2排出削減に向けた動きにより，省エネルギー化も重要な課題となっている。当社は1999年から□140×38mm厚9Pタイプ（以下，従来品とする）を販売してきたが，設計年次が古い製品であり，特に騒音・消費電力の面で，お客さまからの要望の応えられないケースが増えていた。

このような市場の要求に応えるため，低騒音ファン「San Ace 140」9RAタイプ（以下，開発品とする）を開発・製品化した。

本稿では，その特長と性能を紹介する。

2. 開発品の特長

図1に開発品の外観を示す。開発品は従来品と同等のサイズ，冷却性能を維持しながら，低騒音化，低消費電力化を実現している。

図1　□140×38mm「San Ace 140」9RAタイプの外観

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。

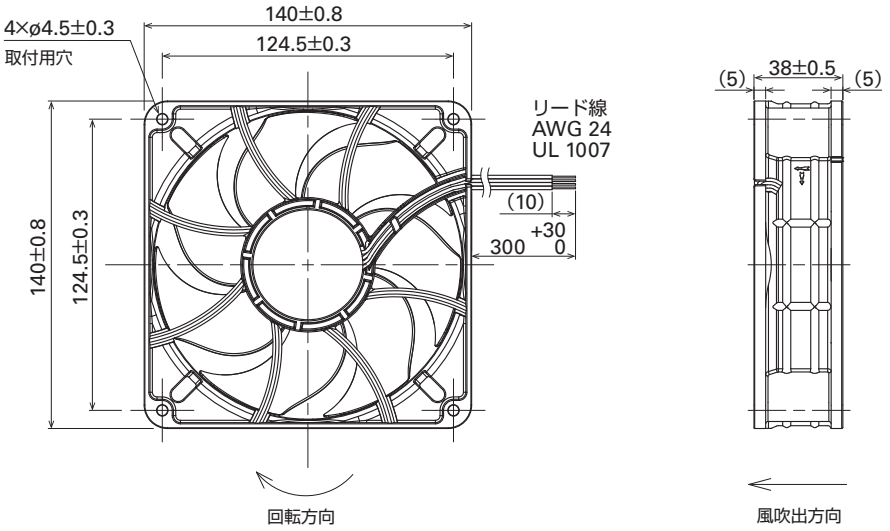


図2　□140×38mm「San Ace 140」9RAタイプの寸法諸元　（単位：mm）

3.2 特性

開発品の一般特性を表1，2に，風量－静圧特性例を図3に示す。

従来品は2スピード（中速品，低速品）のみのラインアップであったのに対し，開発品は幅広い市場での使用を想定し，4スピード（最高速品，高速品，中速品，低速品）のラインアップとした。

従来の中速品に対して，開発品の高速品は18%，最高速品は33%の最大風量アップを実現している。

さらに，最高速品には，PWMコントロール機能を搭載している。装置の発熱に応じて装置側から冷却ファンの回転速度を制御できるため，装置の低騒音化および低消費電力化を容易におこなうことができる。

表1　□140×38mm「San Ace 140」9RAタイプ最高速品の一般特性

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［m^3/min］	最大風量［CFM］	最大静圧［Pa］	最大静圧［inchH_2O］	騒音レベル［dB（A）］	使用温度範囲［°C］	期待寿命［h］
9RA1412P1G001	12	10.8～13.2	100	1.10	13.2	4250	6.0	212	160	0.64	52	－20～＋70	40000/60°C（70000/40°C）
			20	0.09	1.1	1250	1.81	64.0	16.3	0.065	19		
9RA1424P1G001	24	21.6～26.4	100	0.53	12.7	4250	6.0	212	160	0.64	52		
			20	0.05	1.2	1400	2.17	76.7	21.5	0.086	22		
9RA1448P1G001	48	43.2～52.8	100	0.28	13.4	4250	6.0	212	160	0.64	52		
			30	0.04	1.9	1600	2.32	82.0	29.5	0.118	25		

※入力PWM周波数：25kHz，PWMデューティサイクル0%時の回転速度は0min^{-1}。

表2　□140×38mm「San Ace 140」9RAタイプ高速品，中速品，低速品の一般特性

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［m^3/min］	最大風量［CFM］	最大静圧［Pa］	最大静圧［inchH_2O］	騒音レベル［dB（A）］	使用温度範囲［°C］	期待寿命［h］
9RA1412S1001	12	7～13.8	0.75	9.0	3750	5.3	187	130	0.52	49	－20～＋70	40000/60°C（70000/40°C）
9RA1412H1001			0.43	5.2	3050	4.3	152	92	0.37	43		
9RA1412M1001			0.19	2.3	2250	3.2	113	54	0.22	35		
9RA1424S1001	24	14～27.6	0.37	8.9	3750	5.3	187	130	0.52	49		
9RA1424H1001			0.22	5.3	3050	4.3	152	92	0.37	43		
9RA1424M1001			0.10	2.4	2250	3.2	113	54	0.22	35		
9RA1448S1001	48	40.8～55.2	0.21	10.1	3750	5.3	187	130	0.52	49		
9RA1448H1001			0.13	6.2	3050	4.3	152	92	0.37	43		
9RA1448M1001			0.06	2.9	2250	3.2	113	54	0.22	35		

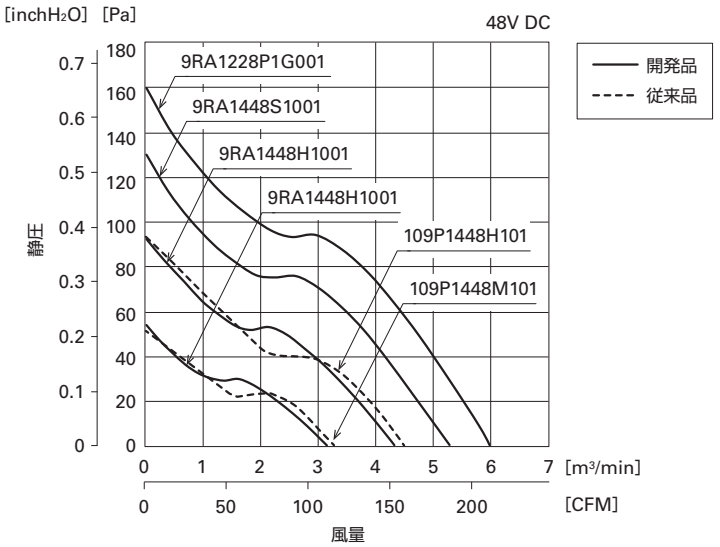


図3　□140×38mm「San Ace 140」9RAタイプの風量－静圧特性例

4. 開発のポイント

開発品は，低騒音化および低消費電力化を図るため，モータを従来品から見直し，羽根・フレームの形状も従来品の形状にとらわれず，新しい発想にて新規に設計した。

以下に開発のポイントについて説明する。

4.1 モータ設計

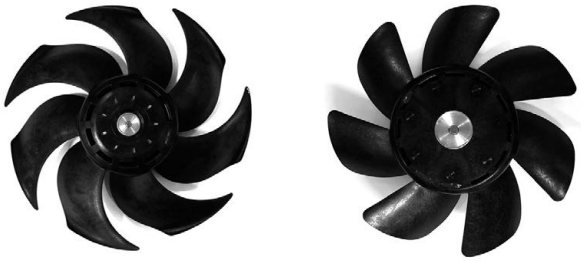
目標の風量－静圧特性に対して，開発品は最適な出力のモータを既存機種から選定した。これにより，従来品よりモータサイズを小型化でき，より自由度の高い羽根・フレーム設計ができるようになった。

また，従来品のモータ駆動方式がユニポーラ駆動（二相半波）であるのに対し，開発品は高効率なバイポーラ駆動（単相全波）を採用した。

4.2 羽根フレーム設計

開発品はシミュレーションを用いて羽根のボス径，羽根の形状・枚数，翼の取り付け角度，フレームの形状，静翼の形状・本数などのさまざまな組み合わせのなかから低騒音化および低消費電力化に優れた組み合わせを選び出した。そのうえで，試作評価をおこない，最適な形状を決定した。

図4に羽根形状，図5にフレーム形状の開発品と従来品の比較を示す。



開発品　　従来品

図4　開発品と従来品の羽根形状の比較

開発品　　従来品

図5　開発品と従来品のフレーム形状の比較

5. 開発品と従来品の比較

5.1 騒音レベルと消費電力の比較

図6に開発品と従来品の同等冷却性能時における消費電力および騒音レベルの比較を示す。図中の想定システムインピーダンス（装置通風抵抗）において，開発品は従来品に対して騒音レベルが9.5dB（A），消費電力が24%低減した。

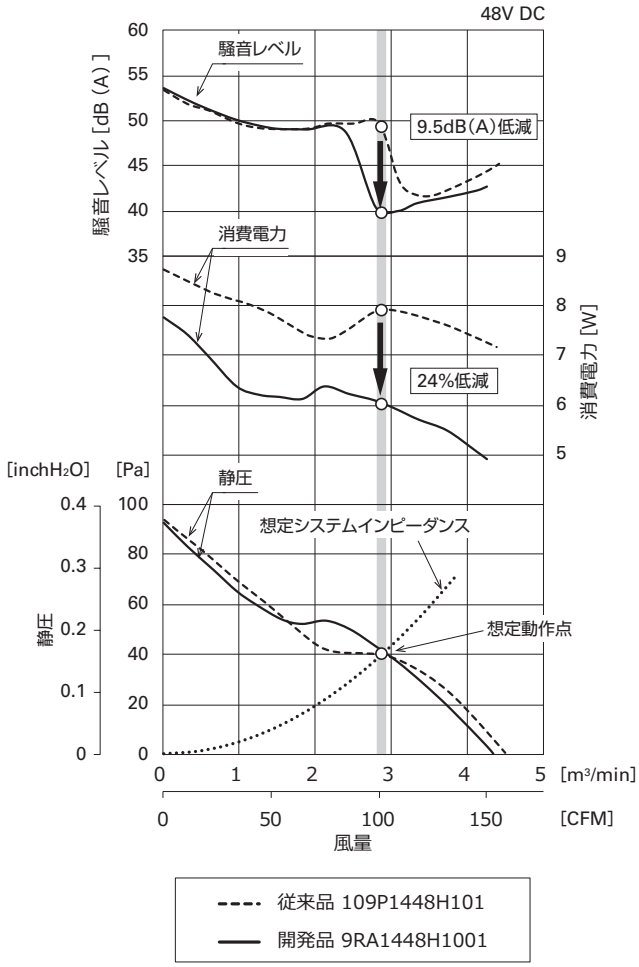


図6　騒音レベルと消費電力の比較

5.2 環境負荷に対する比較

図7に開発品と従来品のライフサイクル全体におけるCO_2排出量の比較を示す。

開発品は，消費電力を大きく低減できたことで，製品のライフサイクルにおけるCO_2排出量を従来品と比較して41％削減できる。加えて，モータを小型化し，製品質量を450gから360gに軽量化したことで，廃棄物削減にも貢献できる。

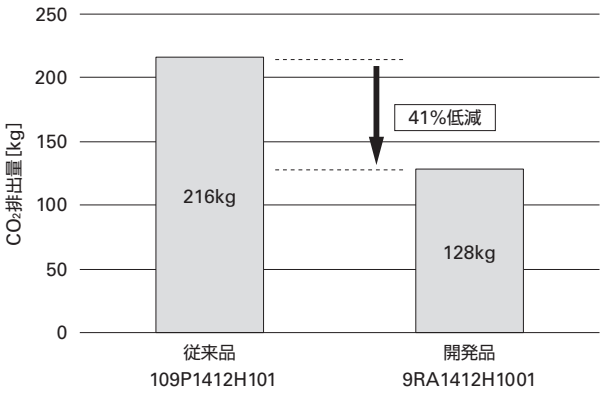


図7　CO_2排出量の比較
当社LCA計算ソフトウェアによる
（40,000時間，フリーエア連続運転時）

6. むすび

本稿では，低騒音ファン「San Ace 140」9RAタイプの特長と性能を紹介した。

開発品は，従来品に対して同等の冷却性能を維持しながら，低騒音化，低消費電力化を実現した。加えて，従来品よりも高風量，高静圧の製品もラインアップした。

これにより，人の近くで使われる業務用空調機器，医療機器やさまざまな装置の低騒音化，省エネルギー化および高性能化に貢献できる。また，装置のライフサイクルにおけるCO_2総排出量も低減でき，環境負荷低減にも貢献できる製品である。

今後も市場要求にいち早く応える製品開発をおこない，お客さまの新しい価値創造に貢献できる製品を提供していく所存である。

執筆者

立山 智司
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。

宮沢 昌嗣
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。

西川 修
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。

清水 亮
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

山中 克俊
Katsutoshi Yamanaka

2022年は新型コロナウィルス感染症（COVID-19）の変異株であるオミクロン株が猛威を振るった一方で，感染対策と経済活動を両立させるウィズコロナの対応が進んだ年となった。ウィズコロナでは，働き方も変化しており，多くの企業で在宅勤務やテレワークが定着してきている。

また，製造業では，IoTやAIなどのデジタル技術を活用したスマート工場が拡大しており，IoT機器やセンサで取得したデータの活用が進んでいる。

一方，環境面では，政府が温室効果ガスの排出を2050年までに実質的にゼロにする「カーボンニュートラル」を目指すことを宣言しており，各電源機器の高効率化の要求が強まっている。

このような背景のなか，2022年にパワーシステム事業部が開発した製品は次のとおりである。まず，無停電電源装置（以下「UPS」という。）では，小容量の常時インバータ給電方式「SANUPS A11N」と，中容量の常時インバータ給電方式「SANUPS A23D」を開発した。

UPS管理製品では，1ギガビットEthernetを搭載したUPS用「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。

■ 常時インバータ給電方式UPS「SANUPS A11N」を開発

「SANUPS A11N」は並列冗長運転ができる常時インバータ給電方式のUPSであり，入出力電圧は単相2線／200V，208V，220V，230V，240Vのなかから設定を変更できる。

5kVAの装置を基本ユニットとし，交流出力部をユニットの背面に備えた単機モデルと，集電ユニットを備え，基本ユニットを4台まで接続することにより，最大で20kVAまで拡張できる並列接続モデルがある。

並列接続モデルでは，当社で培った「完全個別制御」の技術を用いて，ユニットごとに並列運転を制御している。負荷容量に対して出力容量にユニット1台分（5kVA）以上の余裕があれば，1台を予備ユニットとして使用する並列冗長運転ができ，信頼性の高い電力を安定的に供給できる。

ワイドレンジ入力に対応し，全負荷時，－20％～＋15％（負荷軽減時－40％～＋15％）の範囲で入力電圧が変動しても，バッテリ運転に切り替えずに給電を継続できるため，電源が不安定な地域でも使用できる。

また，インバータ回路に3レベル方式のインバータを採用し，業界トップクラス(注1)の最大95.1％の変換効率を実現した。

なおバッテリスタート機能により，商用電源がなくUPSが停止している状態でも，バッテリからUPSを起動し交流電力を出力できるため，災害時の非常用電源として使用できる。

図1 「SANUPS A11N」20kVA 並列接続モデル

注1 2022年6月30日，常時インバータ給電方式UPSとして。当社調べ。

■ 常時インバータ給電方式UPS「SANUPS A23D」を開発

「SANUPS A23D」は常時インバータ給電方式のUPSであり，入出力電圧は三相3線／200V，出力容量は30kVA, 50kVA, 75kVA, 100kVAをラインアップした。トランスを用いることなく入出力電圧210V, 220Vに対応できる。（出荷時に指定する）

変換効率は最高95%を実現し，従来機種より2%向上した。この変換効率の向上により，消費電力や発生熱量を低く抑え，ランニングコストとCO_2排出量を削減できる。

幅広い交流入力電圧範囲で運転できるようにしたことで，入力電源の状況が不安定な場合でも，蓄電池からの給電に切り替える頻度を抑制し，蓄電池の消耗と劣化を防ぐことができる。

また，新たな機能として「ウォークイン機能」を搭載した。非常用発電機とUPSを組み合わせた非常用電源システムにおいて，復電時の非常用発電機の出力電圧変動を抑え，容量を必要最小限にすることで，経済的な非常用電源システムを構築できる。

なお，高効率化と部品選定の見直しにより，主要な交換部品である電解コンデンサと冷却ファンについては15年間交換不要とした。これにより，部品交換におけるメンテナンスコストを低減できる。

図2 「SANUPS A23D」100kVA

■ 1ギガビットEthernetを搭載したUPS用「LANインタフェースカード」を開発

「LANインタフェースカード」は，UPSに搭載して，UPSの状態をリアルタイムに監視し，遠隔からUPSを管理するUPS管理製品である。

IoT化が進むなか，通信の高速化やセキュリティを重視したサーバの電源管理が求められるようになっており，多様なネットワーク環境でも使用できるように1ギガビットのEthernetを搭載した。

また，サーバをシャットダウンするための通信方式として，SSH(注2)のほかに，仕組みがシンプルで汎用性が高いREST API(注3)を搭載し，セキュリティが強化された最新のサーバやネットワーク機器のシャットダウンに対応した。

なお，ユーザの利便性向上として，有線LANがない環境でも，スマートフォンやタブレットPCからUPSを監視できる無線LAN機能を搭載した。また，USBメモリを取り付けるだけで簡単にUPSの動作情報を取り出すことができるデータ保存機能を搭載した。

本誌の新製品紹介において，1ギガビットEthernetを搭載したUPS用「LANインタフェースカード」の詳細を紹介する。

図3 「LANインタフェースカード」

注2 SSH：Secure Shell，情報を暗号化できる通信規格
注3 REST API：Web通信で使用される通信方式

• 本文中に記載されている会社名，製品名などは，各社の登録商標または商標です。

執筆者

山中 克俊
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。

1ギガビットEthernetを搭載したUPS用「LANインタフェースカード」の開発

吉沢 勝浩 *Katsuhiro Yoshizawa*
加藤 裕 *Yutaka Kato*
水口 清志 *Kiyoshi Mizuguchi*
塚田 昭洋 *Akihiro Tsukada*
荻原 博紀 *Hironori Ogihara*
原 有希 *Yuki Hara*
川島 功之 *Noriyuki Kawashima*

1. まえがき

現在,「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」という。) は, 無停電電源装置 (以下, UPSという。) に搭載され, 情報機器分野のみならず, 産業機器分野においても使用され, 電源障害時のサーバの自動シャットダウン, およびUPSの監視などで利用されている。

お客さまからは, UPSを使用するうえで, さまざまなご要望をいただいている。情報機器分野からは, UPSのギガEthernetへの接続や, 高度なセキュリティ機能が要求されている。

また, 産業機器分野からは, 有線LAN以外の接続によるUPS監視の実現, パーソナルコンピュータ (以下, PCという。) を接続しない方法でのUPSログ情報取得など, さまざまなご要望がある。

このような要望に応えるため, 新しい「LANインタフェースカード」の開発をおこなった。

本稿では, この新しい「LANインタフェースカード」の概要と特長について紹介する。

2. 開発製品の概要

新しい「LANインタフェースカード」では, お客さまのさまざまなご要望に応えるため, 従来製品から次の機能追加をおこなった。

- 1ギガビットEthernetの搭載
- 無線LAN通信機能
- USBメモリへのログ保存
- サーバシャットダウン機能の拡充

これら機能を実現するため, 新しい「LANインタフェースカード」では, CPUの強化, 搭載メモリ量の増加, 新しいインタフェースの追加など, ハードウェアの一新をおこなった。

また, 新しい「LANインタフェースカード」は, 従来製品と同じ寸法に収めることで, 従来機種のUPSにも搭載できる製品とした。

新しい「LANインタフェースカード」(型番:PRLANIF031) の外観を図1に示す。

図1 「LANインタフェースカード」(型番：PRLANIF031)

「LANインタフェースカード」の外部インタフェース部においては, 以下の機能拡充をおこなった。

- 有線LAN通信では, 従来のネットワーク通信よりも高速な, 1ギガビットのネットワーク通信をおこなえるようにした。
- USBポートを設け, USB機器の接続をおこなえるようにした。この結果, Wi-FiアダプタとUSBメモリなどが接続できる。
- 拡張用のEXTポートを設け, ここに拡張ケーブルを接続することで, 温湿度センサとModbus RTU機器を同時に接続できる。
- PCからの直接設定をおこなうための, SETUPポートとして, USB Type-Cのポートを設けた。

正面パネルの外部インタフェースを図2に示す。

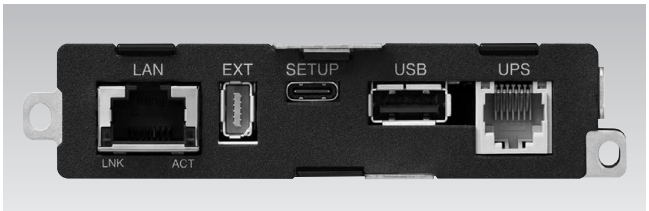


図2 「LANインタフェースカード」の正面パネル

ソフトウェアの機能においては，高いセキュリティレベルが求められる情報機器分野においても，新しいセキュリティ規格に準拠できる製品となった。

従来から，サーバやネットワーク機器のシャットダウンには，ネットワークに接続された機器を遠隔操作する仕組みで，ネットワーク通信を暗号化し安全に通信できる，SSH（Secure Shell）機能を搭載し，装置のシャットダウンをおこなう機能を実現してきた。

新しい「LANインタフェースカード」では，従来製品よりもセキュリティが強化されたOpenSSH※機能を搭載することで，高度なセキュリティを設けているお客さまの環境においても，安心して使用していただける製品となった。

※OpenSSH：SSHのオープンソース実装のソフトウェア。

3. 製品の特長

3.1 1ギガビットEthernetを搭載

新しい「LANインタフェースカード」では，従来製品が対応していなかった1000Mbpsのネットワーク通信をおこなえるようにした。

これにより，ギガEthernetで通信ができるネットワーク装置に，直接「LANインタフェースカード」を接続でき，収集したデータのダウンロードや，設定値データのアップロードが高速でおこなえる。

従来製品との対応比較を表1に示す。

表1　ネットワーク通信の対応比較

規格	通信速度	従来製品	開発製品
10Base-T	最大10Mbps	○	○
100Base-TX	最大100Mbps	○	○
1000Base-T	最大1000Mbps	－	○

（○：対応，－：非対応）

3.2 USBポート搭載

新しい「LANインタフェースカード」は，USB機器を接続し，機能を拡張できるよう，USBポート（USB Type-A）を搭載した。USBポートに，Wi-Fiアダプタや USBメモリを接続することで，無線LAN機能，USBメモリへのデータ保存機能を実現した。

3.2.1 無線LAN機能

Wi-FiアダプタをUSBポートに接続することで，ステーションモードまたはアクセスポイントモードのいずれかで無線LAN通信がおこなえる。各動作モードの説明を表2に示す。

表2　「LANインタフェースカード」のWi-Fi動作モード

動作モード	説明
ステーションモード	「LANインタフェースカード」は子機になり，無線LANルータなどの親機に接続する
アクセスポイントモード	「LANインタフェースカード」は親機になり，スマートフォン，タブレット端末などが子機として接続する

ステーションモードとして動作する場合，近くにWi-Fiルータなどの無線LANの親機があれば，LANケーブルを敷設できない環境であっても，遠隔から「LANインタフェースカード」の監視がおこなえる。

また，アクセスポイントモードとして動作する場合，近くにWi-Fiルータなどの無線LANの親機がない環境であっても，スマートフォンなどの端末から，直接「LANインタフェースカード」に接続し，UPSの状態確認や「LANインタフェースカード」の設定値の変更などがおこなえる。

3.2.2 USBメモリへのデータ保存機能

UPSの動作ログや「LANインタフェースカード」のログ情報，UPSの計測値情報，温湿度センサやModbus対応機器の計測値情報は，異常発生時の解析に必須な情報となっている。

従来製品では，これらの情報は，PCを使用してネットワーク経由で取得していた。

新しい「LANインタフェースカード」では，PCを使用せずに，USBポートにUSBメモリを接続するだけで，簡単にログ情報や計測値情報を自動バックアップできるようにした。

表3には，取得できる情報の一覧を示す。

表3　USBメモリに保存できる情報

保存項目	内容
設定値情報	LANインタフェースカードの設定値
システムログ	LANインタフェースカードの動作ログ
集計データ（日報）	1時間ごとの平均値，最小値，最大値の集計データ
集計データ（月報）	一日ごとの平均値，最小値，最大値の集計データ
集計データ（年報）	ひと月ごとの平均値，最小値，最大値の集計データ
収集データ（UPS）	最大ひと月分の計測値データ（UPS）
収集データ（温湿度センサ）	同上（温湿度センサ）
収集データ（Modbus機器）	同上（Modbus機器）
メンテナンス情報	UPSの動作履歴，故障ログなど

3.3 温湿度センサ，Modbus機器の接続，監視

従来製品では，温度センサ，湿度センサとModbus RTU対応機器を一緒に接続し，監視することはできなかった。

新しい「LANインタフェースカード」では，EXTポートに接

続する拡張ケーブルにより，温湿度センサとModbus RTU対応機器を一緒に接続できる。

そのため，温湿度センサにより環境監視をおこないながら，Modbusに対応した空調機の運転状態を取り込むことで，UPSが設置されているエリアの空調監視ができる。

3.4 サーバシャットダウン機能の強化

UPSは，サーバ室やデータセンタなどで情報通信機器の電源バックアップ用として広く使用され，そのなかで「LANインタフェースカード」は，停電などの異常発生時，サーバやネットワーク装置を安全にシャットダウンする役割を担っている。

近年，高度なセキュリティに守られたネットワーク環境内で情報通信機器が動作するようになり，それらの電源バックアップに利用されるUPSにおいても，高度なセキュリティ環境で動作することが求められる。

また以前のサーバ環境では，サーバ，ストレージ，ネットワーク装置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で提供されていたが，近年では，1台のサーバ内に複数のOSを集約して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HCI※製品が増えている。仮想化サーバやHCI製品では，装置を停止するための手順が複雑で，これらの製品の電源バックアップにも，UPSは使用されている。

新しい「LANインタフェースカード」では，高度なセキュリティ環境でも使用でき，複雑な手順が必要なサーバのシャットダウンが求められる環境でも，利用ができるように機能の拡充をおこなった。

※HCI：Hyper Converged Infrastructureの略。サーバ，ストレージ装置，ネットワーク装置の機能を，ソフトウェアの仮想化技術を使い，一つの筐体にまとめ上げた製品。

3.4.1 SSH機能の機能向上

サーバなどのシャットダウン機能として，従来製品においても，SSH（Secure Shell）機能を搭載し，安全に対象装置へリモート接続し，その装置を停止できる。

SSHは，リモート装置との通信内容を暗号化することにより，データの改ざんや盗聴を防いでいるが，セキュリティ強化のため，日々暗号化の仕組みを強化する取り組みがおこなわれている。

従来製品のSSH機能では，商用のSSHソフトウェア製品を組み込み使用しているが，商用のSSH製品は，新しい暗号化の仕組みを製品へ取り込むまでに時間を要していた。

新しい「LANインタフェースカード」では，SSH機能としてOpenSSHを搭載した。OpenSSHは，サーバなどで広く採用され，高いセキュリティが求められる環境でも使用できるもので，SSHソフトウェアのデファクトスタンダードとなっている。

SSH機能を使用する際，「LANインタフェースカード」とお客さまの環境において，SSH機能の対応している暗号化機能に違いが生じることがある。従来製品では，お客さまの環境側でSSH機能の設定値を変更し，「LANインタフェースカード」の暗号化機能に合わせていた。

「LANインタフェースカード」にOpenSSHを搭載することにより，お客さまが使用されているセキュリティレベルを落とすことなく，そのまま使用できるようになった。

3.4.2 REST APIによるサーバシャットダウン

現在，多くのサーバメーカでは，REST API※と呼ばれるHTTPプロトコルを使用したAPI（Application Programming Interface）を公開している。このAPIを利用することで，サーバの遠隔管理ができる。

新しい「LANインタフェースカード」では，サーバメーカが公開しているREST APIを使い，サーバのシャットダウンをおこなう機能を追加した。REST APIは，HTTPプロトコルを使用するネットワーク通信を暗号化し，安全な通信をおこなうHTTPSプロトコルを使用できるため，「LANインタフェースカード」とサーバの間は，安全な通信がおこなえる。

※REST API：Representational State Transfer Application Programming Interfaceの略。HTTPプロトコルを利用して，データを交換するための規約を定めたもの。

3.4.3 スクリプト実行機能の拡充

仮想化サーバ製品やHCI製品は，装置の停止や起動に，いくつもの手順を踏む必要があり，従来製品では設定が複雑化していた。

新しい「LANインタフェースカード」では，装置の停止や起動など，必要となる手順をStep1から最大でStep10まで，Webツールから設定できるインタフェースを設けた。

図3に，シャットダウン対象装置設定機能の画面例を示す。画面例では，シャットダウン対象装置は5台登録され，シャットダウンのシーケンスが実行中の状態を示している。

塗りつぶされた四角の箇所が，停止の手順を設定している箇所になり，上から一番目と二番目の装置は，Step1に停止の手順が設定され，三番目の装置はStep2およびStep3に設定されている。四番目の装置はStep3，五番目の装置はStep4にそれぞれ停止の手順が設定されている。

シャットダウンのシーケンスが開始すると，まずはStep1に登録されている処理が実行される。各装置のStep1の処理がすべて完了すると，次にStep2の処理が実行され，Step10まで順番に停止処理が実行される。

仮想化サーバやHCI製品では，装置の停止や起動をおこなうときは，決められた順番に従い，いくつもの手順を実施する必要がある。今回の機能拡張により，シャットダウンの設定や動作などが管理しやすくなった。

図3　シャットダウン対象装置設定画面

3.5 UPS連携機能

新しい「LANインタフェースカード」は，UPS連携機能による複数台のUPSの同期制御，冗長制御を搭載している。

UPS同期機能は，複数台のUPSを1台のUPSのように，同期させて停止，および起動をおこなう機能である。同期をおこなう複数UPSの1台を停止制御すると，他のUPSにおいても，装置のシャットダウン，UPSの停止実行は同じタイミングでおこなわれる。

UPS冗長機能は，電源が二重化されているサーバ装置などへ2台のUPSから電源供給している環境において，停電などで，すべてのUPSから正常に電源供給ができなくなると，サーバのシャットダウンをおこなう機能である。UPSは1台でも正常に電源給電ができる場合は，サーバを止めることはなく，継続して運用できる。

従来製品においても，UPS連携機能は搭載していたが，UPS連携機能をおこなう複数台のUPS間は，ネットワークを使い，「LANインタフェースカード」間で通信をしながら，UPS連携の制御をおこなっていた。このため，停電によりHUBやネットワークスイッチなどのネットワーク機器が停止していると，正常に連携制御ができない問題があった。

今回，UPS連携機能においては，ネットワークを使った通信は使用せず，複数の「LANインタフェースカード」間は直接ケーブルで接続し，CAN（Controller Area Network）通信をおこなう方式にした。この方式により，停電発生など外部要因の影響を受けずに，確実にUPSの同期動作，冗長動作がおこなえる。

3.6 UPSからのIPアドレス変更

新しい「LANインタフェースカード」は，「SANUPS A23D」や「SANUPS A11N」に搭載して使用する場合，UPSの操作パネルから「LANインタフェースカード」のIPアドレス（IPv4アドレス）の確認，および設定変更がおこなえる。

UPSの操作パネルから，直接「LANインタフェースカード」のネットワークが設定できるため，導入作業がおこないやすい。また，ネットワーク情報が容易に確認できる。

「SANUPS A23D」のIPアドレス設定画面例を図4に示す。

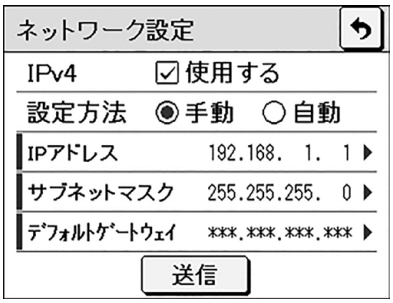


図4　「SANUPS A23D」のアドレス設定画面例

3.7 カードエッジ・インタフェースの搭載

今までUPSと「LANインタフェースカード」の接続には，UPS接続用の専用ケーブルを使用し接続していた。

新しい「LANインタフェースカード」には，カードエッジを搭載した。（図5に示す「LANインタフェースカード」のカードエッジ部を参照）

図5　「LANインタフェースカード」のカードエッジ部

これにより，カードエッジを搭載したUPSに「LANインタフェースカード」を搭載する場合，UPSの拡張スロットに「LANインタフェースカード」を差し込むだけで容易に接続できるようになる。今後発売されるUPSは，カードエッジが実装され，UPS接続用ケーブルは不要になる。

4. 仕様

新しい「LANインタフェースカード」の仕様を表4に示す。

5. むすび

以上，今回開発をおこなった「LANインタフェースカード」の概要と特長を紹介した。

本製品の開発では，ハードウェアおよびソフトウェアを更改し，今後の電源管理製品およびパワーシステム事業部の監視製品の基盤となる製品の開発ができた。これにより，今後の製品開発において，新たな要望にも柔軟に対応できる。

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高度なセキュリティ対応が求められていくことが予想されるなか，お客さまに安心して使用いただける製品となっている。

情報系のシステムにおいて，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」においては，技術革新に乗り遅れないように，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。

本文中に記載されている会社名，製品名などは，各社の登録商標または商標です。

表4 「LANインタフェースカード」の動作仕様

項目	規格または特性
型番	PRLANIF031
外形寸法	W105×D125×H23.5mm
動作環境	温度：－25°C～60°C 湿度：0～90%RH（結露なきこと）
LAN通信	転送速度：1000Mbps／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	• コンピュータの自動シャットダウン（SSH／REST API／Telnet） • 電源冗長化コンピュータのシャットダウン • UPS同期機能（最大接続UPS数：5台） • 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ツール（HTML版），SSHまたはTelnet） • SNMPエージェント（RFC1628，JEMA-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，温湿度センサ計測値） • 統計グラフ表示機能（UPS内部情報，Modbus計測値，温湿度センサ計測値） • Modbusマスター機能／スレーブ機能 • Modbusスレーブ機器の状態計測監視（最大16点） • 環境監視（温湿度センサ）機能（最大16点） • 日報，月報，年報作成機能（UPS内部情報，Modbus計測値，温湿度センサ） • 計測値収集機能（UPS内部情報，Modbus計測値，温湿度センサ） • 無線LAN機能 • USBメモリデータ保存機能 • 最新ファームウェアへの更新
外部通信プロトコル	Modbus TCP，Modbus RTU※，1-Wire※，CAN※
使用プロトコル	TCP/IP，UDP，DHCP，SNMP（v1，v2c，v3），HTTP，HTTPs，Telnet，SSH，FTP，FTPs， SMTP（over SSL/TLS），POP3（over SSL/TLS），NTP

※EXTコネクタ使用時

執筆者

吉沢 勝浩
パワーシステム事業部　設計部
電源機器, 監視装置の開発, 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, 監視装置の開発, 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, 監視装置の開発, 設計に従事。

塚田 昭洋
パワーシステム事業部　設計部。
電源機器, 監視装置の開発, 設計に従事。

荻原 博紀
パワーシステム事業部　設計部
電源機器, 監視装置の開発, 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, 監視装置の開発, 設計に従事。

川島 功之
パワーシステム事業部　設計部
電源機器, 監視装置の開発, 設計に従事。

サーボシステム事業部

山口 政裕
Masahiro Yamaguchi

私たち山洋電気は，お客さまの機械装置の性能・品質・信頼性を高め，お客さまの課題解決と新しい価値の創造に最適な製品を開発し，社会に貢献したいと考えている。

ここでは，2022年に特に注力して開発したACサーボシステム製品とリニアサーボモータ製品およびステッピングドライバ製品を取りあげ，これら新製品の特長を紹介し，お客さまと社会へ貢献する内容について述べる。

まず，ACサーボシステム製品においては，定格出力30W～1.5kWまでのACサーボシステム「SANMOTION G」シリーズを開発した。「強く」て「やさしい」サーボシステムをコンセプトに，サーボモータ，保持ブレーキ，エンコーダおよびサーボアンプを従来の「SANMOTION R」シリーズから一新した。

「強さ」とは，高い性能と高い信頼性を意味しており，サーボ性能が大幅に向上し，信頼性をより高め，厳しい環境でも力強く，安心してご使用いただける製品である。そして，小型・軽量・高効率を実現するとともに，使いやすさを追求した地球環境と人に「やさしい」製品である。

次に，リニアサーボモータ製品においては，高加速度で省エネルギーな「SANMOTION リニアサーボモータ」を開発した。

本製品は，推力特性の向上による高加速駆動を実現するとともに，モータ損失の低減により，効率を大幅に向上した。そのため，機械装置の高速化による生産性向上，装置機構の温度低減による機械装置の高精度化に貢献できる製品である。

ステッピングドライバ製品においては，2相ステッピングシステムと5相ステッピングシステムとして，それぞれ2機種（ハイパワーモデル，ベーシックモデル），計4機種の新しいステッピングドライバを開発した。ハイパワーモデルは大トルクでモータを駆動でき，装置のサイクルタイム短縮に貢献できる。ベーシックモデルは従来品からの置き換えが容易であり，さらに小型・軽量化を図った。いずれのモデルもモータ回転中の振動を大幅に低減した。

機械装置の高性能化と低振動化に大きく貢献できる新製品である。

以下に，各新製品の概要とその特長を紹介する。

■「SANMOTION G」ACサーボシステム

サーボシステムは，機械装置の性能・品質・信頼性に大きく影響する重要な構成要素である。地球温暖化対策として，電動機器の高効率化・省資源化など，産業の発展と地球環境問題の解決に向けて，果たす役割はますます高まっている。

このような期待に応えるために，ACサーボシステム「SANMOTION G」シリーズを開発した。「強く」て「やさしい」サーボシステムをコンセプトに，サーボモータ，保持ブレーキ，エンコーダおよびサーボアンプを，従来の「SANMOTION R」シリーズから一新した。

「強さ」とは，高いサーボ性能を有し，さまざまな地域・環境でも安心してご使用いただける信頼性の高い製品を意味する。「やさしさ」とは，省エネルギー・小型・軽量で地球にやさしく，お客さまにとって使いやすい製品を意味する。

サーボモータは，低慣性の40mm角50W～100mm角1.5kWの13機種，中慣性は，40mm角30W～130mm角1.2kWの24機種の合計37機種をラインアップした。サーボアンプは，100Vタイプの出力電流容量10A，20A，30Aの3機種，200Vタイプは，10A，20A，30A，50Aの4機種，そしてサーボモータの組み合わせや上位コントローラとのインタフェース仕様の組み合わせにより合計21機種をラインアップした。

本製品の特長を以下に示す。

1. サーボ性能の「強さ」

サーボモータは，小型化・高出力化を実現した。小型化は，モータの電磁界構造の最適化とエンコーダの小型化により達成した。小型軽量化するとともに，モータの巻線仕様を最適化することによって，最高回転速度を6,500min^{-1}に向上して，高出力化を図った。

サーボアンプは，高速回転時の電圧利用率を向上し，サーボモータの出力領域を拡大した。

また，制御周期の高速化とトルク制御系の改良により，速度制御系の周波数応答を

3.5kHzに高めた。さらに，整定の妨げとなる摩擦や重力の影響を補償することで，位置決め時間を大幅に短縮した。

最大27bitの高分解能バッテリレスアブソリュートエンコーダは，安定した繰り返し動作と高精度な位置決めができる。

2. 耐環境性能の「強さ」

耐振動加速度を，サーボモータは50m/s²，サーボアンプは6m/s²に拡大した。また，高温・高湿時でも保持トルクが安定し，摩擦材の摩耗が少ない保持ブレーキとして，信頼性を高めた。さらに，製品の使用高度を2,000mに向上した。

3. 保守性能の「強さ」

保持ブレーキ，電解コンデンサ，冷却ファンやリレーなどの故障や予防保全に役立つ機能を搭載した。これらの情報に基づき，オーバーホールを計画的に実施できる。

主回路整流電圧モニタ，制御電源周波数モニタなど，サーボシステムの設置環境の診断に役立つ機能を追加した。使用環境を調査することで，お客さまの環境診断や異常時の原因特定に役立つ。

4. 地球環境への「やさしさ」

サーボモータは，電磁界設計の最適化，巻線占積率の向上と低損失材料の採用により，効率を最大9%向上し，CO_2排出量を最大48.3%削減した。

サーボアンプは，スイッチング周波数に起因する騒音を低減するモードを開発した。医療現場などの静かな環境下でも，患者を不安にさせず，安心してご使用いただける。

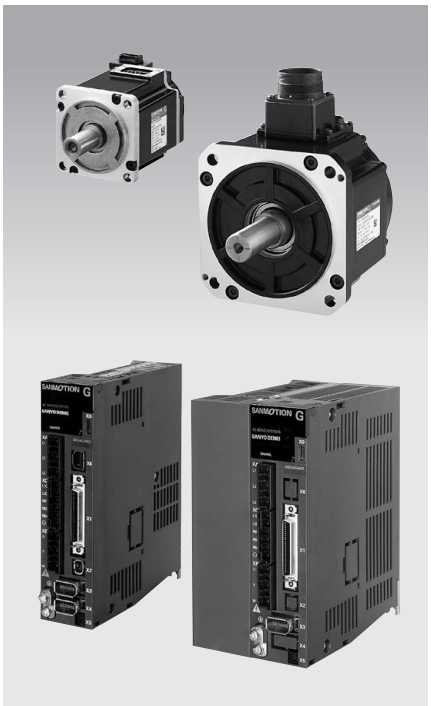
5. 使う人への「やさしさ」

正弦波指令で周波数解析を実行する高精度なシステムアナリシス計測を実現した。

機械特性を計測し，用途に合わせて最適なパラメータを調整するアドバンスドチューニングは，最適な調整と立ち上げ時間を短縮できる。

6. お客さまへの「やさしさ」

サーボモータのフランジ寸法，取り付け寸法，出力軸形状，サーボアンプの外形寸法および取り付け寸法は，従来品との互換性が高い。お客さまの既存装置に対して「SANMOTION G」への置き換えが容易である。



■ 高加速度・省エネルギーな「SANMOTION リニアサーボモータ」

リニアサーボモータは，ボールネジなどの「回転ー直進変換」機構を介さずに，直接リニア駆動をするため，機械装置の高速化と高精度化に大きく寄与する。当社のリニアサーボ製品も，この特長を生かせる露光装置やチップマウンタなどに採用いただいている。

本製品は，お客さま装置のさらなる高速化・高精度化に貢献するために開発した製品であり，その特長を以下に示す。

1. 高加速度駆動

可動子構造の新規設計と磁気回路の最適化により推力特性が向上し，高加速駆動が可能となった。当社従来品と比べて，無負荷時の加速度は9%向上した。機械装置を高速に駆動できるためサイクルタイム短縮が可能となり，生産性の向上に貢献できる。

2. 省エネルギー

可動子構造の新規設計と巻線占積率の向上によりモータ損失を低減し，効率が向上した。モータ損失の低減により，モータの発熱を抑えることができるため，機械装置の温度も低くなる。この温度上昇の低減にともない，装置内のモータ取り付け機構において，熱による変形を小さくできるため，機械装置の高精度化に寄与できる。

このような特長を持つ本製品は，半導体製造装置，露光装置，搬送装置などに最適で，機械装置の高速化・高精度化に大きく貢献できる。

なお，本製品については，本号の「新製品紹介」で詳述する。

■「SANMOTION F」高出力ステッピングドライバ

産業機器の高速化や高精度化にはモータシステムの性能向上が不可欠である。そこで，機械装置のサイクルタイム短縮と滑らかな動作に貢献するため，高速運転が可能で，速度変動が小さい，小型で高出力なステッピングドライバを開発した。

開発品は，2相モータ用と5相モータ用がある。それぞれにハイパワーモデルとベーシックモデルの2種類があり，計4機種をラインアップした。ハイパワーモデルは，大トルクでモータを駆動できる。ベーシックモデルは，従来品との互換性を有している。

本製品の特長を以下に示す。

1. 小型・高出力・低振動

開発品は，小型・軽量でありながら，大トルクでモータを駆動できる。特に，ハイパワーモデルは，高速回転時のトルクを従来比1.5～2.7倍に高めており，機械装置の大幅な高速化を実現する。

また，両モデルとも，従来品に比べ回転中の速度変動が小さく，効率を向上している。そのため，機械装置の滑らかな動作と省エネルギー化に貢献できる。

2. 置き換えが容易

新たに2相と5相のモータを同一の分解能で制御できる機能（互換分解能機能）を搭載した。これにより，上位コントローラのプログラムを変更することなく，2相システムと5相システムの置き換えが容易にできる。

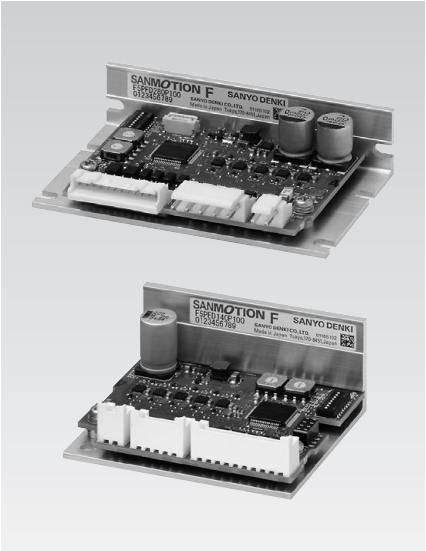
3. 便利で安全な機能

電源投入時の自己診断機能や，運転中の状態監視機能を強化することで，安全にご使用いただける。異常発生時はアラームを発報し停止する。また，電源電圧や温度に関しては，予兆があった時点で警告を表示できる。

4. PC接続機能

ハイパワーモデルには，PCとの接続機能を搭載した。専用ツールを介しPCを接続すると，運転に関する細かな機能設定や，内部状態のモニタ，予防保全機能の利用，アラーム履歴の確認などをおこなえる。この機能により，機械装置に適した機能のカスタマイズや，使用状態の確認が容易にできる。

なお，本製品については，本号の「新製品紹介」で詳述する。



執筆者

山口 政裕
サーボシステム事業部
サーボモータの設計・開発業務に従事。

SANMOTION 高加速度・省エネルギー リニアサーボモータの開発

高橋 昭彦　　佐藤 寛之
Akihiko Takahashi　　*Hiroyuki Sato*

1. まえがき

リニアサーボモータは，表面実装機や露光装置などの高速駆動・高精度位置決めが必要な装置に，需要が拡大している。近年では，高精度化を目的とした医療機器への用途も増加している。リニアサーボモータを用いた駆動システムの利点は，ボールねじなどの直動変換機構を使用せず，装置を直接リニア駆動することで，高速・高精度化が図りやすいことである[(1)]。

お客さまの装置を高速化，高精度化するためには，その装置を動かすリニアサーボモータの推力特性の向上と小型･軽量化，さらには，省エネルギー（損失低減）化をする必要がある。また，モータ寸法はモータを設置するお客さまの機構部品の大きさや質量に影響する。さらに，モータの発熱は，モータを設置する機構部の熱変形により，装置の精度悪化に影響する。

これらの課題を解決するために，小型で高加速度・省エネルギーのリニアサーボモータを開発した。開発品はコア付フラットタイプリニアモータである。

本稿では，まず開発品の仕様諸元と外観を示す。次に構造および特性を説明し，さらに開発品をX－Y直交ロボットに適用した事例を紹介して，本製品の特長を述べる。

2. 開発品の仕様諸元，外観

図1に開発品であるリニアサーボモータの外観を示す。また，表1に仕様諸元を示す。

開発品は，樹脂モールドされた電機子コイル（可動子）が，永久磁石をカバーで覆ったマグネットレール（固定子）とエアギャップ（隙間）を介して対向して構成される。

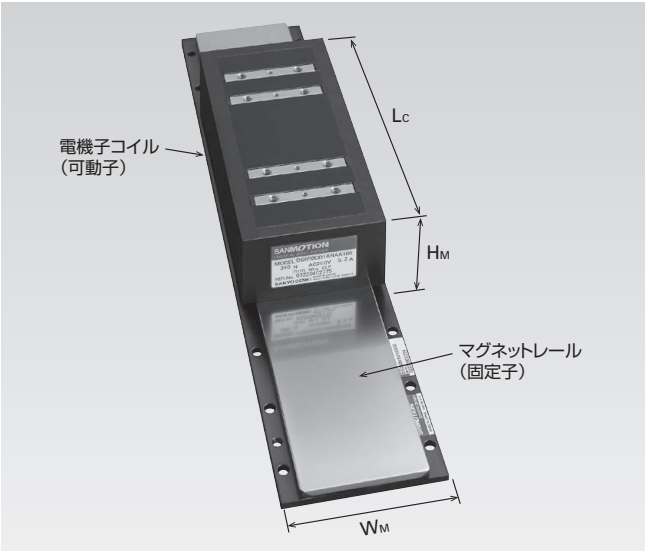


図1　開発品の外観

表1　開発品の仕様諸元

項目	記号	［単位］	コア付フラットタイプ	
			従来品	開発品
電機子コイル型番	－	－	DS045CC1AN	DS050CD1AN
マグネットレール型番	－	－	DS045MC	DS050MD
定格推力	F_c	［N］	260	340
最大推力	F_p	［N］	500	630
電機子コイル長さ※1	L_c	［mm］	130	145
モータ幅	W_M	［mm］	65	71
モータ高さ	H_M	［mm］	48.5	48.5
電機子コイル質量	M_c	［kg］	1.8	2.15
マグネットレール質量	M_{mr}	［kg/m］	3	3.5

※1　ホールセンサ部は除く

3. 開発品の仕様

3.1 構造，特長

3.1.1 発生推力の向上

図2，図3にリニアサーボモータの装置への設置例を示す。リニアサーボモータの推力は，電機子コイル（可動子）とマグネットレール（固定子）が対向する面（推力作用面S）において発生する。従来品ではモータ幅W_M方向へ推力作用面積Sを広げることで推力を増加していた。

しかし，モータを設置する幅W_Aが増加するため，装置の大型化と質量の増加，さらにモータ部材も増加していた。

そこで，本開発品では図3に示すように，推力発生面Sをモータ幅方向W_Mへは最小限の幅で広げつつ，モータの駆動方向（コイル長さL方向）にも推力発生面を広げている。これにより，モータを設置する幅を$W_A > W_B$に低減して装置の大型化を避けつつ推力の向上をおこなった。

図4には従来品と開発品で同じ推力を発生するために必要な，リニアモータを設置する装置体積の比較を示す。開発品は従来品に対し，装置体積の10%を低減できる。

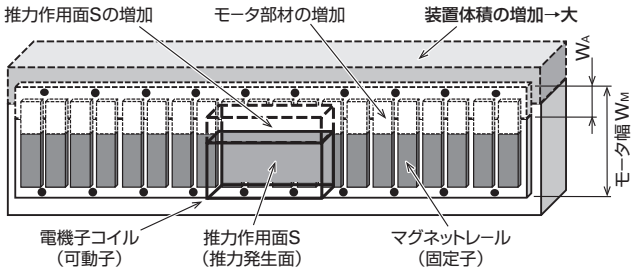


図2　装置におけるリニアサーボモータ（従来品）の設置図

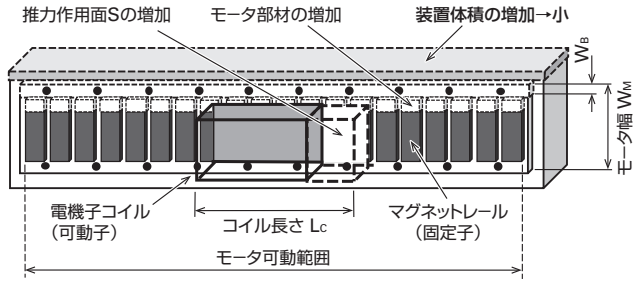


図3　装置におけるリニアサーボモータ（開発品）の設置図

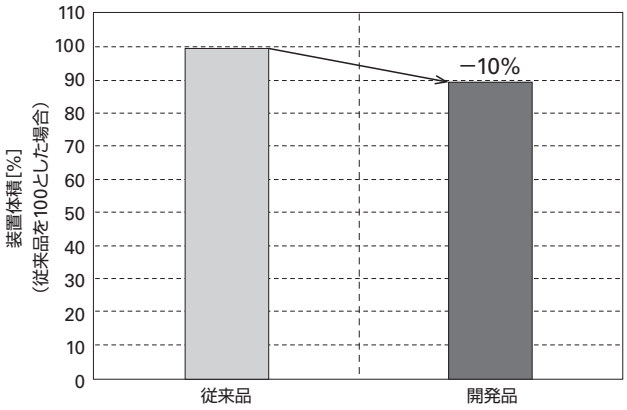


図4　リニアモータの取り付けに必要な装置体積
（同一推力発生時）

3.1.2 省エネルギー化（損失の低減）

図5にコア付リニアサーボモータの電機子コイル（可動子）の推力作用面を示す。開発品は電機子鉄心（コア）に対する巻線配置の見直しにより，従来品に対して推力に寄与しないコイルエンド部分の高さH_Aを削減し，巻線全体に対するコイルエンド部の体積を削減すると同時に，コアのスロット内に入るコイル導体の割合（占積率）を向上することにより損失（銅損）を低減している。

図6には巻線全体の体積に対するコイルエンド部の体積の比較を示す。開発品は従来品に対して，巻線全体に対するコイルエンド部の体積を11%低減している。

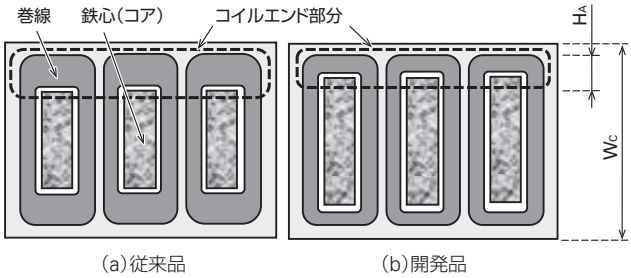


図5　巻線構造の比較（コイルエンドの削減）

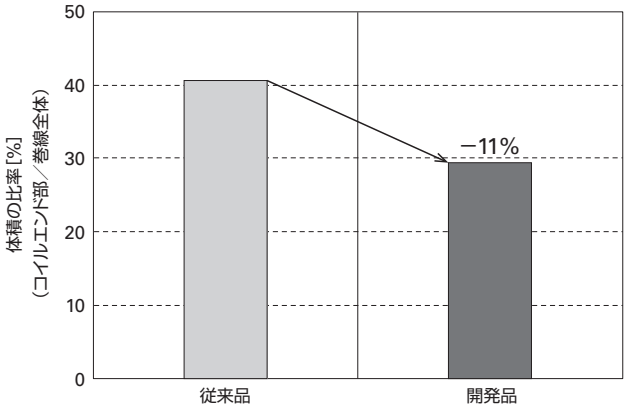


図6　巻線体積の比較

3.2 推力密度，最大加速度

3.2.1 推力密度

図7に推力密度の比較を示す。推力密度とは単位体積あたりの発生推力であり，この値が大きいほど小型で大推力のリニアサーボモータである[1]。開発品はモータ構造の見直しにより，磁気回路および巻線配置を最適化した。その結果，従来のコア付フラットタイプのリニアモータと比較して，定格推力密度は12%，最大推力密度は8%向上した。

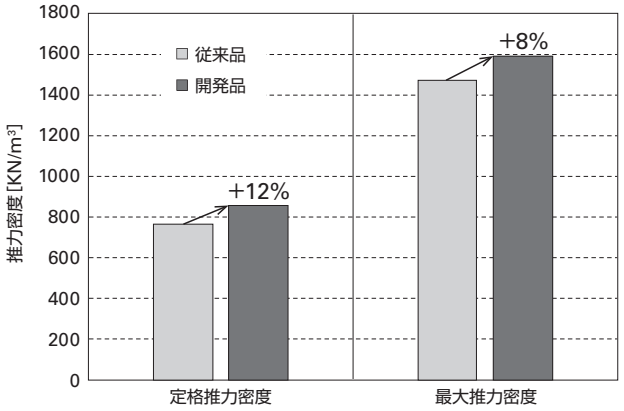


図7　推力密度の比較

3.2.2 最大加速度

図8に負荷質量と最大加速度との関係を示す。加速度はモータの推力と質量（可動子コイル＋負荷質量）を用いて（1）式で表される。開発品は発生推力および推力密度の向上による小型・軽量化により，同じ負荷質量における最大加速度が向上している。これにより装置の生産性の向上に貢献できる。

$$A_{MAX} = F / (M_L + M_C) \quad \cdots (1)$$

F　：推力［N］

M_L　：負荷質量［kg］,

M_C　：電機子コイル質量［kg］

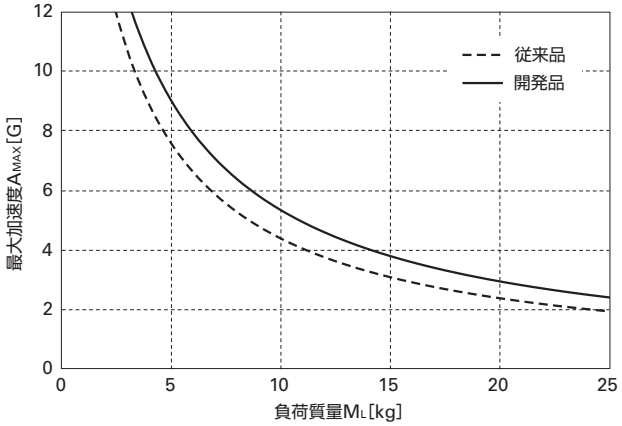


図8　最大加速度の比較

3.3 省エネルギー（損失の低減）

図9に従来品に対する開発品の損失（銅損）の割合を示す。開発品はコイルエンド部の縮小および占積率の向上により，従来品に対して15%以上の損失を低減した。

この損失の低減にともない，モータの温度上昇が低減するため，装置の熱変形も抑制され，装置の高精度化に寄与できる。

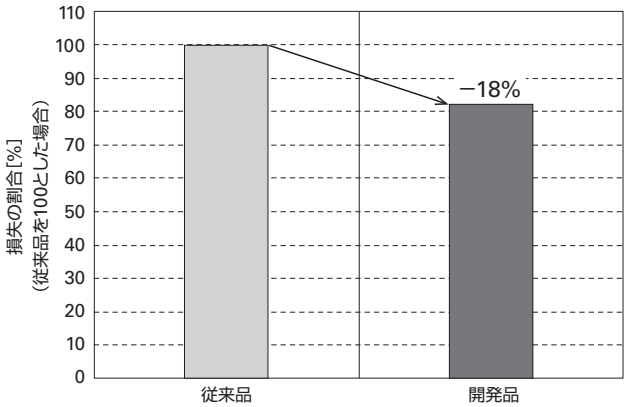


図9　損失（銅損）の比較

3.4 推力F－速度V特性

図10に推力F－速度V特性の比較を示す。開発品は巻線仕様の最適設計と推力密度の向上により，従来品に対して低速から高速まですべての運転領域で推力が向上している。特に従来品に対して連続領域での推力が向上したことで，装置の連続運転時における加速度の向上もしくは停止時間の削減を実現した。これにより，装置のサイクルタイムの短縮に貢献できる。

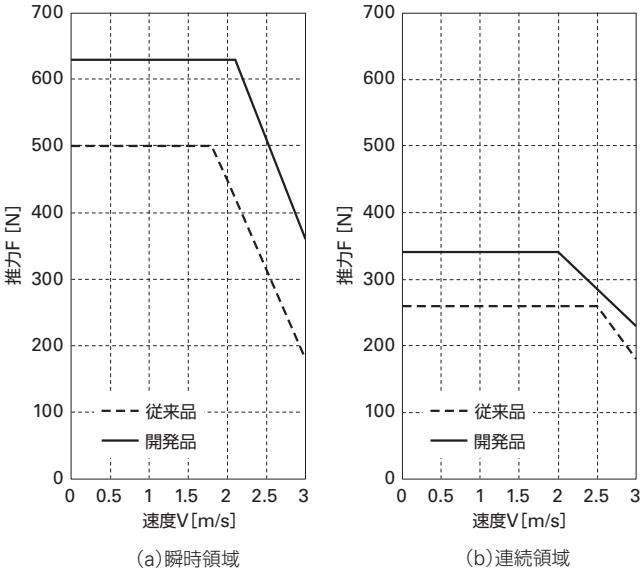


図10　推力F－速度V特性（200V入力時）

4. 適用例

図11に本開発品の適用例として，本開発品をX－Y直交ロボットの上軸（X）に適用した外観イメージを示す。

従来品ではモータの発熱による上軸（X）可動スライダの熱変形が，装置の位置決め精度に影響していた。

開発品ではモータの損失を低減することで，モータからの発熱を抑制し，可動スライダの熱変形量の減少を図っている。

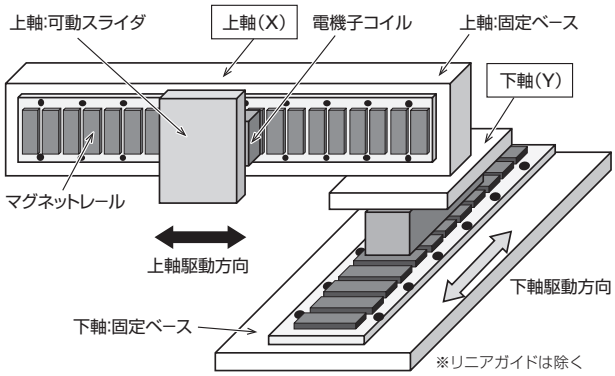


図11　X－Y直交ロボットの装置機構イメージ図

図12に，モータ発熱時の上軸（X）可動スライダにおける熱変形量の比較を示す。開発品を用いた場合の上軸（X）可動スライダの熱変形量は最大で従来品の約1/2に減少している。

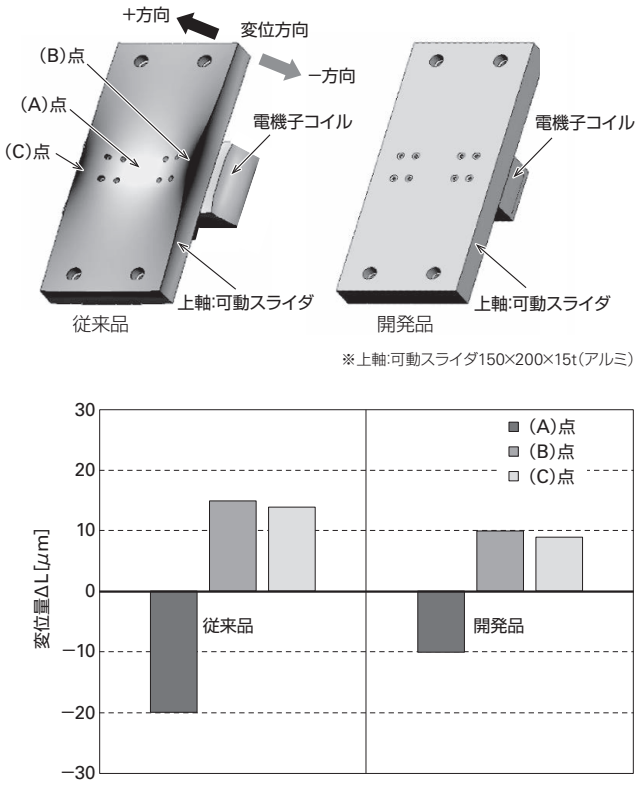
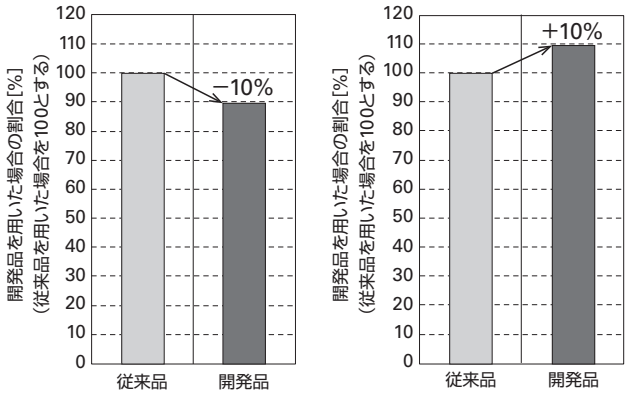


図12　可動スライダ（装置）の熱変形量（解析結果）

図13には上軸（X）可動スライダを同じ加速度で駆動した場合の下軸（Y）に対する効果を示す。開発品は従来品に対して，上軸（X）固定ベースの体積と質量が低減することで下軸（Y）の加速度が向上する。これにより下軸（Y）のモータを大型化することなく，X－Y直交ロボット装置全体の小型化および生産性の向上ができる。表2には開発品をX－Y直交ロボット装置へ適用した場合の効果を示す。



(a) 上軸(X)固定ベース質量　(b) 下軸(Y)加速度

図13　上軸固定ベースの軽量化と下軸への影響

表2　X－Y直交ロボット装置へ適用した場合の効果

	従来品	開発品
上軸（X）（可動スライダ）	熱変形量→大	熱変形量→小
上軸（X）（固定ベース）	質量·体積→大	質量·体積→小
下軸（Y）	加速度→小	加速度→大

5. むすび

本稿では新規開発したリニアサーボモータ「SANMOTION 高加速度・省エネルギー リニアサーボモータ」の構造・特長および適用例を紹介した。本新製品の特長は以下のとおりである。

(1) 小型・軽量で大推力（推力密度の向上）

モータ構造および巻線配置の最適化により，定格推力密度は12%，最大推力密度は8%向上した（当社従来比）。

これにより装置の高加速度（高応答）を実現できる。

(2) 省エネルギー（低損失）

巻線のコイルエンド部の削減と占積率の向上により，損失を15%以上削減した（当社従来比）。これによりモータの発熱による装置の熱変形を削減して，装置の高精度化に貢献できる。

(3) 装置の生産性向上と小型化

装置のモータ取り付け機構部の大型化を防ぎつつ，モータの小型·軽量化と推力の向上により装置全体の生産性向上に貢献できる。

このように，本新製品はお客さまの装置における生産性の向上と高精度化に大きく寄与できるものと考える。

参考文献

（1）三澤康司ほか２名：リニアサーボモータ コア付小型タイプの開発
SANYODENKI Technical Report No.37 pp.35-38（2014.5）

（2）佐藤寛之ほか３名：小型大推力・低磁気吸引力リニアサーボモータの開発
SANYODENKI Technical Report No.41 pp.35-39（2016.5）

執筆者

高橋 昭彦
サーボシステム事業部　設計第１部
リニアサーボモータの開発，設計に従事。

佐藤 寛之
サーボシステム事業部　設計第１部
リニアサーボモータの開発，設計に従事。

SANMOTION F 高出力ステッピングドライバの開発

水口 政雄 *Masao Mizuguchi*
鎌田 茂廣 *Shigehiro Kamada*
柳澤 竜一 *Ryuichi Yanagisawa*
瀧澤 哲司 *Tetsuji Takizawa*
杉山 隆太 *Ryuta Sugiyama*
加藤 那征 *Yasuyuki Katoh*
中川 晴貴 *Haruki Nakagawa*
上村 悠也 *Yuya Kamimura*

1. まえがき

ステッピングシステム「SANMOTION F」シリーズは，高トルクかつ高精度な運転ができ，半導体製造装置や医療関連機器などを中心に，幅広い用途にご使用いただいている。機械装置の高速化や微細加工にとって，モータシステムの性能向上は不可欠である。また，近年は環境保全のために，効率向上による省エネルギー化も重要である。

このような背景のもと，基本性能を飛躍的に高めた小型ステッピングドライバを開発した。開発品は，高出力・高機能のハイパワーモデルと，従来製品との互換性を有したベーシックモデルの2種類があり，それぞれに2相モータ用と5相モータ用のドライバをラインアップした。

ハイパワーモデルは，従来製品よりも小型・軽量でありながら，高速回転時のトルクを大幅に向上した製品である。速度変動も低減しており，機械装置を高速で滑らかに動作できる。また，PC接続機能があり，細かい機能の設定や，状態のモニタができる。

ベーシックモデルは，従来製品とインタフェースや機能の互換性を有しつつ，トルクを向上し，速度変動を低減した製品である。従来製品と共通のモータを使用できるため，ドライバを置き換えるだけで機械装置の性能が向上する。

本稿では，まず開発品の外観，製品仕様を述べる。次に開発品の特長である性能と機能を紹介する。

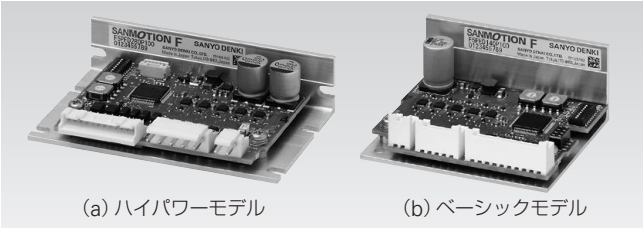
2. 製品の概要

2.1 外観

開発品の外観を図1に，外形寸法を図2に示す。

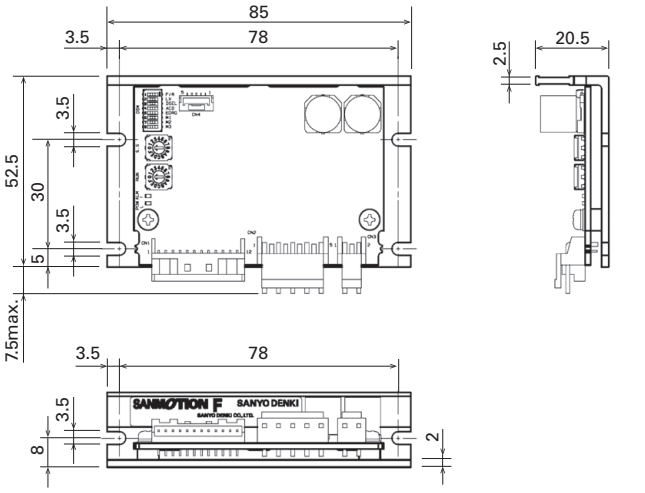
ハイパワーモデルの形状は薄型で，同等出力の従来製品と比べて，体積を63%，質量を73%削減している。取付け方向を背面または底面の2方向から選択できるため，狭い隙間への設置や，放熱面を密着して効率良く放熱するなど，自由度の高い取付けができる。

ベーシックモデルは，従来製品から簡単に置き換えができるよう，取付け寸法を同一とした。低損失の電子部品を採用して発熱を抑え，放熱フィンを薄くすることで，従来製品とほぼ同一形状のまま，体積を7%，質量を39%削減した。

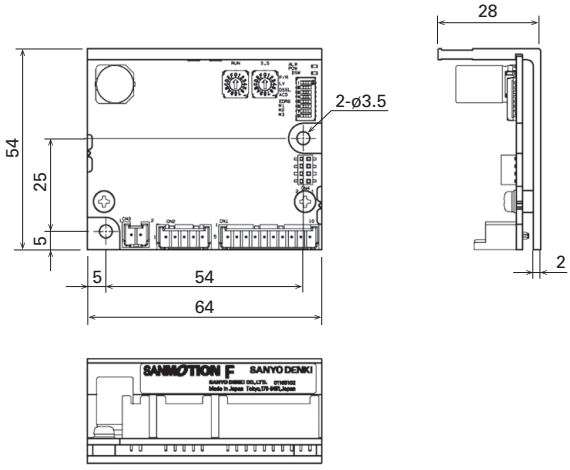


(a) ハイパワーモデル　(b) ベーシックモデル

図1　開発品の外観



(a) ハイパワーモデル



(b) ベーシックモデル

図2　開発品の外形寸法図　（単位：mm）

2.2 製品仕様

製品ラインアップと仕様を表1に示す。両モデルとも，最大出力電流とマイクロステップ分割数を除けば，2相モータ用と5相モータ用の仕様は同一である。

ハイパワーモデルとベーシックモデルの相違点は，出力電流の大きさと機能の豊富さである。ハイパワーモデルは出力電流が大きく，ベーシックモデルよりも高速運転ができる。また，ハイパワーモデルにはPC接続機能や，予防保全の支援機能，警告の発生を上位装置に通知する機能がある。

表1　製品ラインアップと仕様

項目		ハイパワーモデル		ベーシックモデル	
		2相	5相	2相	5相
最大出力電流		4.0A /相	2.8A /相	2.0A /相	1.4A /相
入力電源		DC24V			
入力/出力信号		4点 / 2点		3点 / 2点	
製品サイズ [mm]		85×20.5×52.5		64×28×54	
質量 [g]		60		55	
マイクロステップ		1/256	1/250	1/256	1/250
適合モータサイズ（フランジサイズ）		□56mm □86mm	□60mm	□42mm □56mm □60mm □86mm	□28mm □42mm □60mm □86mm
付加機能	低振動モード	○		○	
	励磁相保存	○		○	
	互換分解能	○		○	
	PC接続機能	○		−	
	予防保全通知	○		−	
保護機能	電圧監視	○		○	
	過電流保護	○		○	
	過熱検出	○		○	
	断線検出	○		○	
	警告通知信号	○		−	

3. 特長

開発品の特長を表2に示す。表中の値は，当社従来製品に対する性能向上比率と，新規に搭載した機能であり，その実現手段や機能の詳細を説明する。

表2　開発品の特長

項目	ハイパワーモデル※1	ベーシックモデル※2
形状	薄型・2面取付け	取付け・サイズ互換
体積	63%削減	7%削減
質量	73%削減	39%削減
高速トルク	1.5～2.7倍に向上	1.05～1.1倍に向上
速度変動※3	1/4以下に低減	1/3以下に低減
効率※4	8.7%向上	5.5%向上
予防保全通知	機能あり	機能なし（従来通り）
その他特長	PCによる機能設定や，状態モニタが可能。	従来製品とインタフェース，機能が互換。

※1　従来製品F5PAE140P100との比較
※2　従来製品BS1D200P10との比較
※3　低速回転～高速回転の平均値による比較
※4　ドライバとモータの総合効率について，最大値を比較

3.1 基本性能の向上

開発品は，モータに流す電流を滑らかに制御し，高トルク・低振動を実現している。モータ全体の電流を監視し，最適に補正することで，電圧利用率を向上して高トルク化した。また，各相の巻線に流れる電流のバランスを整える制御をおこない，速度変動を低減した。

3.1.1 高速トルクの向上

ハイパワーモデルとベーシックモデルの脱出トルク特性を，それぞれ図3，図4に示す。同等出力の従来製品に対し，高速回転時の脱出トルクはハイパワーモデルが最大2.7倍に，ベーシックモデルは最大1.1倍に向上した。

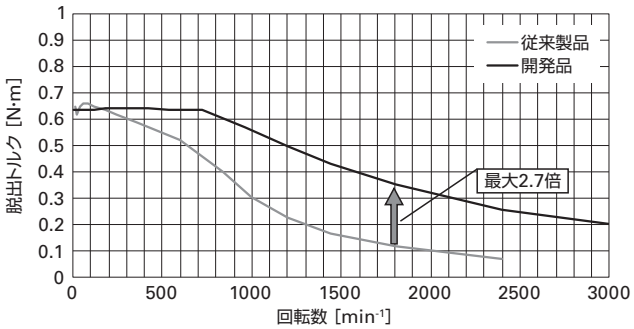


図3　ハイパワーモデルの脱出トルク特性

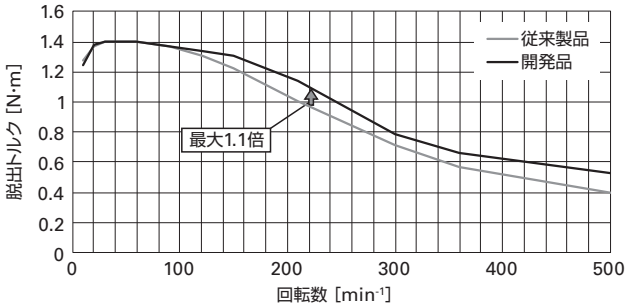


図4　ベーシックモデルの脱出トルク特性

3.1.2 速度変動の低減

一般的に，ステッピングモータは150min-1以下の低速回転中や電圧飽和後の高速回転中に大きな速度変動を生じやすい。低速回転では相切り替えにより，高速回転では相切り替えと電流制御周期との干渉により，巻線電流が変動し，モータや機械装置の固有振動数で共振するためである。

開発品は，各相の巻線電流をバランス良く流すことにより相切り替え時の電流変化を滑らかにして共振を抑制し，速度変動を低減している。

図5はベーシックモデルによる同一モータでの速度変動比較である。低速回転，高速回転のどちらも，速度変動が抑えられている。

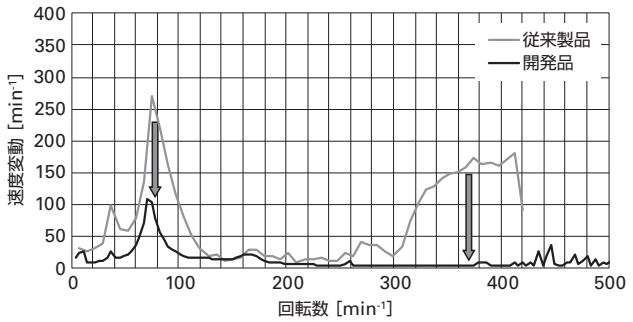


図5　同一モータによる速度変動特性比較

3.1.3 効率の向上

速度変動を低減すると，トルクに寄与しない電力が減少するため，効率の向上にもつながる。さらに，低損失の部品を採用することにより，ドライバとモータの総合効率をハイパワーモデルで最大8.7%向上，ベーシックモデルで最大5.5%向上した。

3.2 基本機能

従来製品に搭載していた低振動モードや励磁相保存機能は，開発品にも受け継いでいる。低振動モードは，指令パルスの間をマイクロステップで補間することにより滑らかな制御をおこなう機能であり，低速回転時の速度変動を抑制する効果がある。励磁相保存機能は，電源遮断時のモータ励磁相を自動的に保存し，次回の励磁開始時の軸振動を防止する機能である。

上記機能に加え，モータシステムの置き換えを容易にする機能として，開発品は2相･5相の互換分解能機能を搭載した。この機能を使用すると，5相用のドライバとモータを使用しながら，2相モータの標準的な指令分解能200P/Rで制御することができる。これにより，例えば，装置の性能を向上するために，2相システムから5相システムに置き換える場合でも，上位コントローラ側のプログラムを変更することなく，システム変更が可能である。

3.3 保護・監視機能の強化

製品を安心・安全にお使いただくため，監視機能，保護機能を大幅に強化した。

3.3.1 豊富な監視項目

電源投入時におこなう自己診断では，ドライバの内部電源電圧やセンサ回路，モータ動力線の状態を確認し，異常があればモータを励磁する前にアラームを発報する。

運転中の状態に対しては，入力電源電圧の過不足，ドライバ過熱，モータ過電流，指令速度異常などを常時監視する。特に，モータの過電流については，動力線同士の短絡だけでなく，装置筐体などへの地絡も含めて監視しており，異常検知時には瞬時に出力電流を遮断する。

アラームが発生した場合，モータを停止し，出力信号で上位装置に知らせるとともにアラーム要因をLEDの点滅回数で表示する。

3.3.2 警告機能

従来製品は入力電源電圧の異常などに対し予兆を知らせる機能がなかった。そのため，マージンが少ない状態で使用していても気付きにくく，環境の変化や個体差などにより市場でアラームになるケースがあった。

このような課題に対し，電源電圧や温度については，アラーム状態になる前にマージン不足として警告を表示する仕様とした。通常，警告はLEDによる表示のみであるが，ハイパワーモデルは，上位装置へ出力信号で知らせることもできる。警告発生中もモータの動作は継続できるため，アラーム状態になる前に所定の位置へ移動するなどの処置が可能になる。

3.4 PC接続機能

ハイパワーモデルには，PC接続機能が搭載されている。PCとの接続は専用の通信変換器を介しておこない，PC側のソフトウェアは，当社サーボアンプで実績のあるSANMOTION MOTOR SETUP SOFTWAREを使用する。

PCとの接続により，ユーザは以下の機能を使用できる。

- 動作パラメータの設定
- 内部状態のモニタ
- 予防保全支援
- アラーム履歴情報の読み出し

3.4.1 動作パラメータの設定

入出力信号機能，モータ制御，予防保全などに関するパラメータを設定できる。パラメータ設定値はドライバの不揮発性メモリに保存されるため，一度設定すると，次回の電源投入時も自動的に設定値に従った動作をおこなう。設定パラメータとその機能の一例を表3に示す。

表3　設定パラメータの例

設定パラメータ	機能	効果
入力信号機能	励磁オフ信号，ステップ角切り替え信号，電流制限信号，リミットセンサ信号などから選択。	システムの最適化
ステップ分割数2	指令分解能を，入力信号で切り替え可能にする。	高度なモータ動作
指令速度フィルタ	加減速による衝撃を緩和する。	
電子ギヤ	指令分解能を，通常よりもきめ細かく設定する。	
電流制限値	入力信号に合わせてモータ電流を制限し，発熱を抑制する。	
保守点検通知距離	設定した走行距離に到達した時，警告状態になり，機械の保守点検を促す。	予防保全の補助

3.4.2 内部状態のモニタ

機械装置の開発や市場でのトラブルシュートでは，指令の入力状態やドライバの動作状態を容易に確認できると作業効率が良い。

そこで，装置デバッグの支援機能として，内部状態モニタを搭載した。この機能によりモニタできる情報の一例を表4に示す。一部の情報は，図6に示すような運転トレース波形として表示でき，変化タイミングや他の情報との関係も含めた確認が可能である。本機能を利用すると，測定器を用意しなくても，ドライバへの入出力や内部状態を確認でき，状況分析やトラブルシューティングが容易におこなえる。

表4　モニタ情報の例

モニタ情報	機能
指令パルスカウンタ	入力パルスの累積カウント値（指令位置）を表示。
回転速度	モータの回転速度を表示。
入力電源電圧	ドライバへの入力電源電圧を表示。
ドライバ内部温度	ドライバ内部回路の温度を表示。
出力電流	モータへの出力電流値を表示。
入力信号モニタ	入力信号のON/OFF状態を表示。

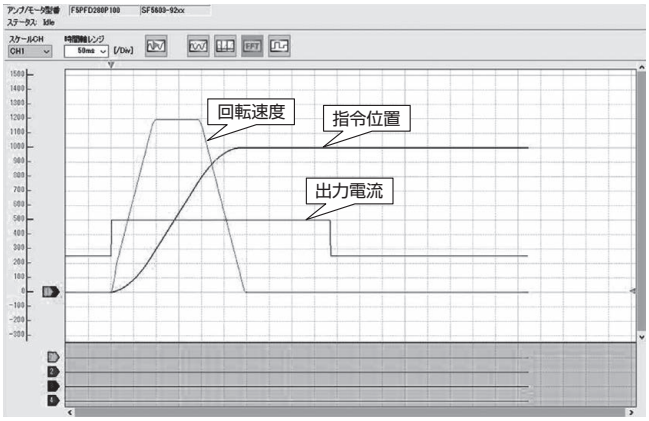


図6　運転トレース波形

3.4.3 予防保全支援

ボールねじなどの機構部品は，品質を保つために定期的なメンテナンスが必要である。しかしながら，仮に同じ装置内であったとしても動作頻度は軸ごとに異なり，同時期に一括でメンテナンスを実施すると，不要な軸まで対応することになり無駄が多い。

そこで，予防保全時期の管理業務を支援するため，累積走行距離モニタを搭載した。このモニタは，モータの回転回数をカウントするものであり，当該軸に対して実際に指令された総移動距離を表している。カウント値はドライバの電源を遮断しても保持され，次回起動時に自動でカウントを再開するため，ユーザから見ると単純な累積走行距離情報として機能する。

また，あらかじめ設定した距離に到達すると警告を発報し，メンテナンスの必要性を通知することができる。

本機能により，軸ごとの動作頻度に基づいたメンテナンスをおこなえるようになり，最小限の作業で機械装置の品質を維持できる。

3.4.4 アラーム履歴情報の読み出し

現在発生中のアラームや，過去に発生したアラームの履歴を読み出すことができる。アラーム履歴は，ms単位のタイムスタンプ付きで15件まで記録し，ドライバの電源を遮断しても保存している。そのため，過去に発生したアラームについて，発生時刻を手掛かりとした要因の調査ができる。

4. むすび

ステッピングシステム「SANMOTION F」の新規開発品について，製品の概要と特長を紹介した。

- ハイパワーモデルは，薄型形状で，同等出力の当社従来製品と比べて，体積を63%，質量を73%削減した。高速回転時のトルクは1.5～2.7倍に向上，速度変動は1/4以下に低減，効率は最大8.7%向上した。
  また，PC接続機能を搭載しており，機械装置に合わせた機能変更や，動作状況の確認ができる。
- ベーシックモデルは，従来製品と取付けの互換性を保ちながら，体積を7%，質量を39%削減した。
  同一モータを使用し，ドライバを従来製品から開発品に置き換えた場合，高速回転時のトルクは1.05～1.1倍に向上，速度変動は1/3以下に低減，効率は最大5.5%向上する。
- 両モデルに対し保護･監視機能を大幅に強化し，より安全にお使いいただけるようにした。

いずれのモデルも従来製品より小型･軽量でありながら，高速回転時のトルクを向上し，出力を高めている。速度変動は従来製品よりも低減しており，機械装置の小型･軽量化やサイクルタイムの短縮，滑らかな動作に貢献する製品である。また，効率の向上による省電力化と，小型・軽量化により，使用時や輸送時のCO_2排出量を削減できる環境に優しい製品である。

今後も，本開発品で培った技術を強化して，より速く，より滑らかで，より使い易く，より高効率な製品を提供し，お客さまの価値創造に貢献していく所存である。

執筆者

水口 政雄
サーボシステム事業部　設計第二部
ステッピングドライバの開発，設計に従事。

鎌田 茂廣
サーボシステム事業部　設計第二部
ステッピングドライバの開発，設計に従事。

柳澤 竜一
サーボシステム事業部　設計第二部
ステッピングドライバの開発，設計に従事。

瀧澤 哲司
サーボシステム事業部　設計第二部
ステッピングドライバの開発，設計に従事。

杉山 隆太
サーボシステム事業部　設計第二部
ステッピングドライバの開発，設計に従事。

加藤 那征
サーボシステム事業部　設計第二部
ステッピングドライバの開発，設計に従事。

中川 晴貴
サーボシステム事業部　設計第二部
ステッピングドライバの開発，設計に従事。

上村 悠也
サーボシステム事業部　設計第二部
ステッピングドライバの開発，設計に従事。

日本電機工業会 技術功績者表彰推薦者　2022年度／第71回

重電部門			
受賞	件名	部門	氏名
奨励賞	高トルク・高効率で低騒音を実現した『SANMOTION F』2相56角ステッピングモータの開発	サーボシステム事業部　設計第一部	中武 耕二, 依田 泰志, 依田 昌悟, 松尾 亮, 山添 史晴
	ø172×150×51厚ACDCファンおよび防水ACDCファンの開発	クーリングシステム事業部　設計部	村上 直樹, 上野 宏治, 小澄 直也, 川島 高志
	安全で安心して使える保持ブレーキの開発（ACサーボモータ用）	サーボシステム事業部　設計第一部	三浦 武志, 原 竜大, 松山 理恵
	小径リニアモータ多軸一体ユニットの開発	サーボシステム事業部　設計第一部	恩田 祐樹, 稲葉 聡, 金子 佳樹
	サーボモータの樹脂成形における自動ゲートカット技術の確立	サーボシステム事業部　生産技術部 製造技術第一課第三係	坂井 直樹, 成澤 徹也, 滝澤 学

部門名は推薦時のものです

主な特許

■ 2022年度登録の特許権

登録番号	名称	発明者
ドイツ特許 02733826	分割コア型モータ，および分割コア型モータの電機子の製造方法	竹田 亨，小市 伸太郎，松橋 健太
欧州特許 02733826		
ドイツ特許 02848815	ファンモータの筐体	西沢 敏弥，酒井 悠，渡辺 二朗，横田 雅史
デンマーク特許 2848815		
欧州特許 02848815		
フィンランド特許 02848815		
フランス特許 02848815		
英国特許 02848815		
日本特許 07049754	モータ制御装置	井出 勇治，北原 通生，平出 敏雄
フィリピン特許 1-2016-000156	双方向軸流ファン装置	藤巻 哲，西沢 敏弥，川島 高志
フィリピン特許 1-2016-000322	（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
中国特許 ZL201611048797.8	モータ制御装置	井出 勇治，平出 敏雄
韓国特許 102381230	モータ	堀内 学，清水 麻衣，北島 純
台湾特許 I764894		
中国特許 ZL201710560832.2	モータ制御装置	井出 勇治，平出 敏雄，菊地 敬吾
台湾特許 I762510	送風ファン	山崎 嘉久，藤巻 哲，川島 高志，荒起 聡直
フィリピン特許 1-2018-000005	モータ制御装置	井出 勇治，平出 敏雄，北原 通生
台湾特許 I783961		
フィリピン特許 1-2018-000167	冷却ファンの自動制御システム及び冷却ファンの自動制御装置	村上 直樹，村上 昌志
台湾特許 I770194		
日本特許 07092471	軸回転リニアモータ	唐 玉琪
日本特許 07108394	モータの保持ブレーキ寿命判定システム，モータの保持ブレーキ寿命判定装置及びモータの保持ブレーキ寿命判定方法	祢津 秀樹，村田 佳幸
中国特許 ZL201811345092.1	回転電機のステータ及びその組み立て方法	塩入 光明，中武 耕二，依田 泰志，張 弘，依田 和弘，依田 昌悟
日本特許 07039264		
日本特許 07080644	蓄電システム	山田 浩
ドイツ特許 03540238	ファンモータ装置およびファンモータ装置の保護カバー	奥田 裕介，丸山 晴久，山崎 嘉久
欧州特許 03540238		
フィンランド特許 03540238		
フランス特許 03540238		
英国特許 03540238		
イタリア特許 03540238		
日本特許 07105584		
日本特許 07062512	並列冗長式UPSシステムおよびそれを用いた監視方法	大井 美恵子
米国特許 11239711	電機子モールド構造	堀内 学，相良 弘樹，北島 純，清水 麻衣，松下 孝
オーストリア特許 03675326	電機子のボビン構造	堀内 学，相良 弘樹，北島 純，清水 麻衣，松下 孝
中国特許 03675326		
ドイツ特許 03675326		
欧州特許 03675326		
スペイン特許 03675326		
フランス特許 03675326		
イタリア特許 03675326		
米国特許 11489392		
米国特許 11218035	3相モータの電機子構造	堀内 学，相良 弘樹，北島 純，清水 麻衣
日本特許 07199220	防水ブロアファン	児玉 晶生，西沢 敏弥，羽田 格彦
米国特許 11286949		
ドイツ特許 03713060	ブラシレスファンモータのモールド構造及びそのモールディング方法	高桑 宗仙，羽田 格彦，長塚 幸弘
欧州特許 03713060		
米国特許 11522410		
台湾特許 I768609	回転電動機及び一般電気機器	堀内 学，清水 麻衣，松下 孝，三澤 康司（日本航空電子工業　鈴木 智幸）
日本特許 07013540	同期モータの回転子構造	堀内 学，長田 啓亮

社内表彰 発明優秀賞

2022年5月表彰

受賞	件名	部門	氏名
優秀賞	エンコーダ自動判定装置	サーボシステム事業部　設計第二部	水口 政雄, 柳澤 竜一
	リバーシブルファンフレーム構造	クーリングシステム事業部　設計部	川島 高志, 荒起 聡直, 山崎 嘉久, 藤巻 哲
	モータの絶縁抵抗検出機能	サーボシステム事業部　設計第二部	井出 勇治, 平出 敏雄, 酒井 将和
		管理部門統括役員付	菊地 敬吾
	モータ制御装置の取付構造	サーボシステム事業部　設計第二部	井出 勇治, 押森 卓男, 小池 宏明

社内表彰 モノづくり優秀賞

2022年5月表彰

受賞	件名	部門	氏名
優秀賞	基板実装コーティング自動機と 電子作業手順書の導入	STS生産第四部　生産課第一係	小林 太一, 小林 慎平, 鈴木 佳威
		パワーシステム事業部 生産部生産技術課	高橋 水香, 保屋野 正博
	樹脂成形における 自動ゲートカット技術の確立	サーボシステム事業部 生産技術部製造技術第一課第三係	坂井 直樹, 斉藤 彰彦, 関 雅寛

社外発表 一般技術誌

2022年1月～12月

題目	執筆者	誌名	発行月	発行所
特集：2022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	2022.1	一般社団法人 日本電機工業会
小型無停電電源装置 「SANUPS E11B-Li」, 「SANUPS A11M-Li」シリーズの開発	坂場 浩, 塚田 昭洋, 花岡 裕之, 西澤 和也, 庄山 祐平, 小澤 拓也, 滝沢 秀徳, 髙山 裕樹	月刊JETI	2022.4	株式会社 日本出版制作センター
ハイブリッド方式UPS 「SANUPS E11B」シリーズの開発	塚田 昭洋, 坂場 浩, 西澤 和也	技術雑誌 「スマートグリッド」	2022.4	株式会社大河出版
リニアモータの上手い使い方 How to use linear motor effectively	杉田 聡 共同執筆：産業用リニアドライブの 活用技術調査専門委員会 Investigating R&D Committee on Technology for Utilizing Industrial Linear Drives	電気学会技術報告 1535号	2022.9	電気学会

社外発表 技術論文

2022年1月～12月

論文題目	執筆者	誌名	発行月	発行所
正弦波追従制御系を統合した電流制御系による PMSM の温度推定の検討	井出 勇治, 倉石 大悟, 高橋 昭彦, 北原 道生 （共同執筆：長岡技術科学大学）	電気学会研究会資料. SPC	2022.1	電気学会／半導体電力変換 モータドライブ合同研究会
PMSM のデュアル正弦波追従電流制御系によるロータ速度制御と高周波注入型巻線温度推定の同時実現の検討		電気学会産業応用部門大会講演論文集	2022.8	電気学会産業応用部門
静止座標系高周波電流注入方式による PMSM の巻線と磁石の同時温度推定の検討		半導体電力変換／モータドライブ合同研究会	2022.9	電気学会／半導体電力変換 モータドライブ合同研究会

SANYO DENKI
Technical Report 55
May 2023
https://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　児玉 展全

編集委員会　小野寺 悟(委員長)
成沢 康敬(副委員長)
小林 孝至(委員兼事務局)
塚田 志保(委員兼事務局)
稲村 里紗(委員兼事務局)
松下　奨　羽田 格彦
石田　誠　坂場　浩
倉石 大悟　碓井 淳之
吉池 仁志　小峯 理恵子

発行日　2023 年 5 月 15 日(年 2 回発行)

©2023 SANYO DENKI CO., LTD. Printed in Japan　無断転載を禁ず
本テクニカルレポートに記載された会社名と商品名は，それぞれ各社の商号，商標または登録商標です。