

高風量・高静圧・低消費電力DCファン 「San Ace」GVシリーズの開発

栗林 宏光

Hiromitsu Kuribayashi

小河原 俊樹

Toshiki Ogawara

池田 智昭

Tomoaki Ikeda

渡辺 二郎

Jirou Watanabe

藤巻 哲

Satoshi Fujimaki

渡辺 道徳

Michinori Watanabe

御供 重一

Shigekazu Mitomo

羽田 格彦

Kakuhiko Hata

1. まえがき

サーバや通信機器に代表される情報機器においては、日々小型化・高性能化が進み、装置の発熱量が増加し続けている。ファンの高風量・高静圧化による冷却性能向上が依然として必要である。さらに、地球温暖化防止のために消費電力低減を進めることも急を要する課題となっている。

当社は、2000年から2003年にかけて業界に先駆け従来品から飛躍的に高風量化を図った「San Ace」Gタイプを開発し、60mm角38mm厚、80mm角38mm厚、92mm角38mm厚、120mm角25mm厚、120mm角38mm厚などのファンを発売した。業界トップの性能を達成したこれらの製品は、信頼性面でも定評があり、これまでにサーバや通信機器など社会基盤を支える重要な装置に多く採用していただいている。その後も装置の小型化や高発熱化はさらに進み、一部の装置においてはGタイプ以上の冷却性能を備えたファンが必要な状況となった。

このような要求に応じて、当社ではGタイプの後継機に当たる、高風量・高静圧・低消費電力な「San Ace」GVタイプの開発を行い、これまでに11種類の異なったサイズのファンを製品化してきた。

本稿では、「San Ace」GVタイプシリーズの特長と性能の一部を紹介する。

2. 製品の概要

「San Ace」GVタイプファンの外観と外形図を図1と図2に示す。外形寸法は、最も小さなもので36mm角28mm厚、もっとも大きなものではφ172mm×51mm厚である。モータを駆動する制御回路および駆動回路はすべてファン内部に搭載した。ファンの中心には固定子(ステータ)、その外側には回転子(ロータ)を配し、アウトロータ方式のブラシレスDCモータを構成している。羽根、フレームの材質には樹脂を用いている。ただし、φ172mmサイズのフレームにはアルミニウムを用いている。フレームには各サイズに応じて最適な形状の静翼を設けた。

モータ駆動方式には単相全波方式を採用し、全機種にPWMコントロール(速度制御)機能を搭載した。顧客装置側からPWM信号をファンコントロール端子に入力し、そのDutyを変化させることで回転速度を任意に制御することができる。また、オプションとしてアラーム端子を備え、装置側でモニタすることで、羽根が正常な速度で回転しているかを監視することができる。

表1に全11機種の最高風量品の性能諸元を示す。

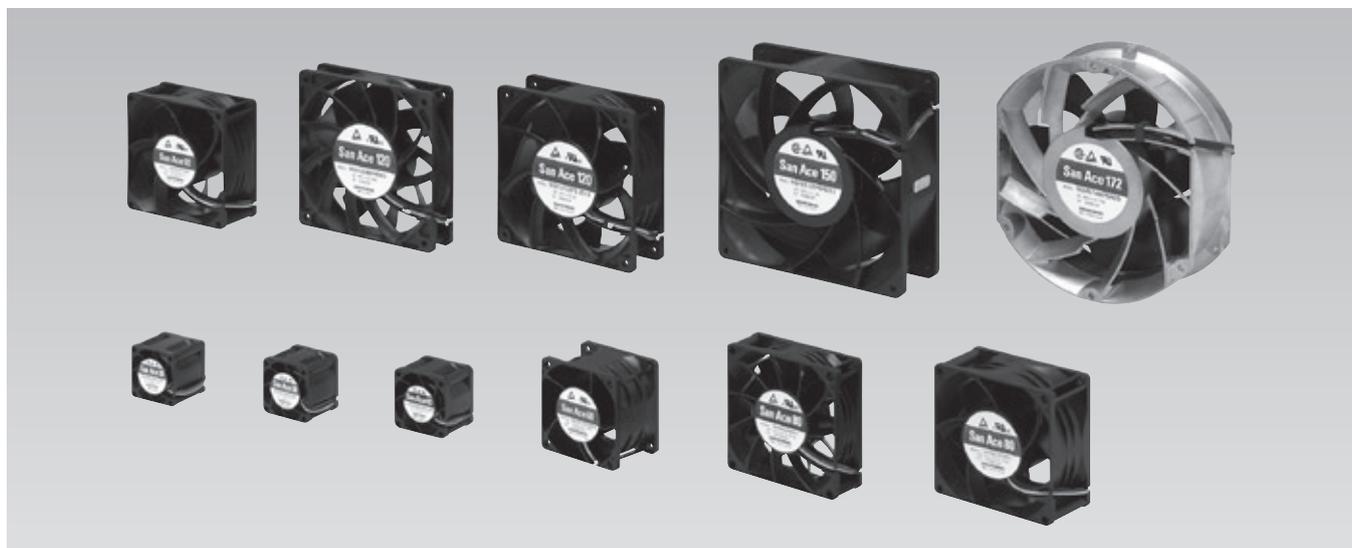


図1 「San Ace」GVタイプファンの外観

表1 「San Ace」GVタイプファンの製品仕様(最高風量品)

| ファンサイズ | 型番 | 定格電圧 [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)] | 質量 [g] |
|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------------|-----------------------|-------|-------|------------------------|------------------|-----------|
| | | | | | | [m ³ /min] | [CFM] | [Pa] | [inchH ₂ O] | | |
| 36mm角28mm厚 | 9GV3612P3J03 | 12 | 0.75 | 9.00 | 19,000 | 0.55 | 19.4 | 525.0 | 2.11 | 58.5 | 46 |
| 38mm角28mm厚 | 9GV0312P3J03 | | 0.60 | 7.20 | 15,900 | 0.57 | 20.0 | 315.0 | 1.27 | 54.0 | 50 |
| 40mm角28mm厚 | 9GV0412P3K03 | | 0.84 | 10.08 | 16,500 | 0.76 | 26.8 | 419.5 | 1.69 | 58.0 | 50 |
| 60mm角38mm厚 | 9GV0612P1G03 | | 2.80 | 33.60 | 16,000 | 2.37 | 84.0 | 751.0 | 3.02 | 66.0 | 130 |
| 80mm角25mm厚 | 9GV0812P4K03 | | 0.87 | 10.40 | 5,600 | 2.12 | 75.6 | 173.0 | 0.69 | 52.0 | 125 |
| 80mm角38mm厚 | 9GV0812P1G03 | | 3.80 | 45.60 | 10,200 | 3.90 | 138.0 | 490.0 | 1.97 | 65.0 | 220 |
| 92mm角38mm厚 | 9GV0912P1G03 | | 4.10 | 49.20 | 9,000 | 5.35 | 189.0 | 430.0 | 1.73 | 68.0 | 250 |
| 120mm角25mm厚 | 9GV1212P4G01 | | 1.68 | 20.16 | 5,100 | 4.83 | 171.0 | 224.0 | 0.90 | 58.0 | 260 |
| 120mm角38mm厚 | 9GV1212P1J01 | | 3.00 | 36.00 | 6,400 | 6.35 | 224.0 | 360.0 | 1.45 | 64.0 | 360 |
| 150mm角50mm厚 | 9GV1512P5H03 | | 2.90 | 34.80 | 3,900 | 8.54 | 300.0 | 210.0 | 0.84 | 61.0 | 450 |
| φ172mm×51mm厚 | 9GV5748H501 | | 48 | 4.00 | 96.00 | 6,300 | 11.32 | 400.0 | 690.0 | 2.77 | 74.0 |

注) PWMコントロール機能付き品は、PWM周波数25KHz、PWM Duty100%時の特性における性能。

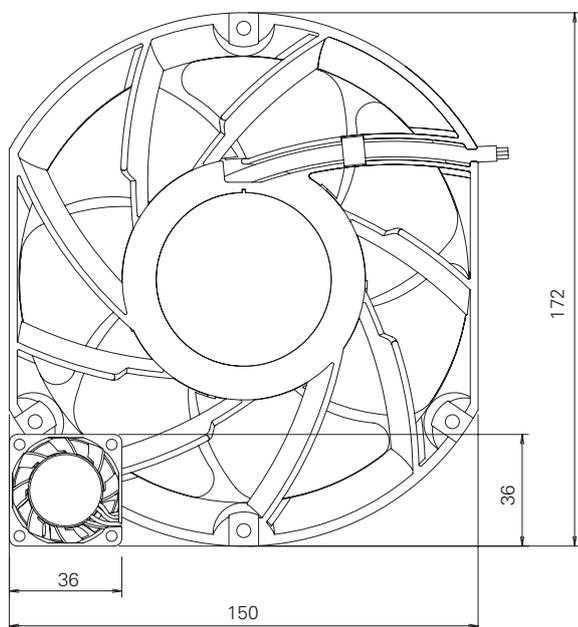


図2 「San Ace」GVタイプファンの外形(単位: mm)
(36mm角28mm厚ファンとφ172mm×51mm厚ファン)

3. 製品の特長

3.1 高風量, 高静圧

機器の高発熱化にともない、従来ファンでは冷却性能が不足するケースが出てきたため、全機種において高効率なモータを新規に開発し、高回転化を実現した。同時に、羽根・フレームを高風量・高静圧化に最適な形状とした。高回転化すると、それにとともに振動が増大するのがモータの宿命であるが、モータ自身の振動を低減するとともに、フレームの剛性を向上することで振動を抑制した。これらの結果、開発品は従来品に対して最大73%の風量アップ、最大187%の静圧アップを達成できた。各機種における従来品との風量-静圧特性比較を図3と表2に示す。

3.2 低消費電力

ファンの消費電力を低減するためには、モータの銅損、鉄損、機械損などを最小限に抑え、羽根効率を最大限に引き上げる必要がある。「San Ace」GVタイプの開発では、これらの要素を徹底的に見直し、各々の損失が最小限となるように工夫を重ねた。特にモータの損失低減には電磁界解析などのシミュレーションも活用し、磁気回路の最適化を追求した。

その結果、各機種の同一風量における消費電力は従来品に対して最大28%低減することに成功した。各機種の消費電力低減率を表3にまとめる。

ファンの消費電力を低減することは、地球温暖化防止およびランニングコストの削減につながる。

たとえば、60mm角38mm厚ファンの従来品と開発品を同一風量で4年間連続運転した場合、電力料金の差額は概算で約2,300円となる。仮に1万台の従来品を開発品に変更すると、電力料金は4年間で約2,300万円もの削減が可能となる計算になる。

電力料金の差額:

$$(18.5-15.2) \text{ W} \times 24(\text{時間}) \times 365(\text{日}) \times 4(\text{年}) \times 20(\text{円/kWh}) = 2,312 \text{ 円}$$

- ・従来品の消費電力(1.84m³/min時): 18.5W
- ・開発品の消費電力(1.84m³/min時): 15.2W
- ・電力料金: 1kWh当たり20円と仮定

表3 消費電力の比較(同等風量時)

| 機種 | 風量 (m ³ /min) | 消費電力 | | |
|--------------|-----------------------------|------------|------------|------------|
| | | 従来品 (W) | 開発品 (W) | 低減率 (%) |
| 40mm角28mm厚 | 0.59 | 6.6 | 5.2 | 21 |
| 60mm角38mm厚 | 1.84 | 18.5 | 15.2 | 18 |
| 80mm角25mm厚 | 1.50 | 4.4 | 3.7 | 16 |
| 80mm角38mm厚 | 3.04 | 21.6 | 20.3 | 6 |
| 92mm角38mm厚 | 3.10 | 13.2 | 11.1 | 15 |
| 120mm角25mm厚 | 3.68 | 10.8 | 9.5 | 12 |
| 120mm角38mm厚 | 3.88 | 11.8 | 10.7 | 8 |
| φ172mm×51mm厚 | 4.00 | 51.0 | 37.0 | 28 |

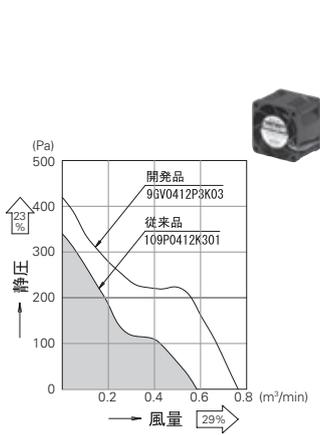


図 3-1 40mm角28mm厚

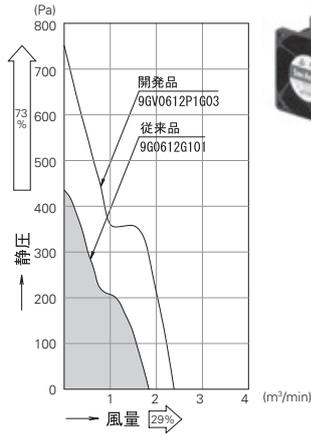


図 3-2 60mm角38mm厚

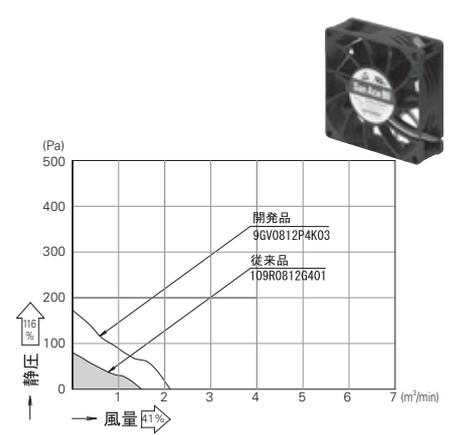


図 3-3 80mm角25mm厚

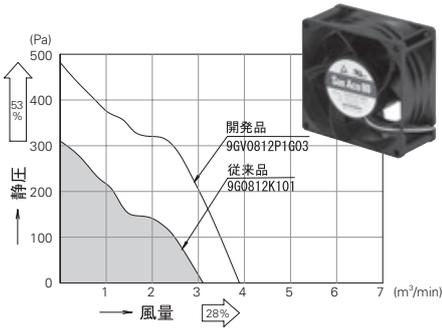


図 3-4 80mm角38mm厚

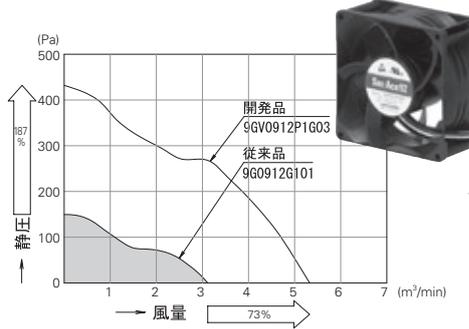


図 3-5 92mm角38mm厚

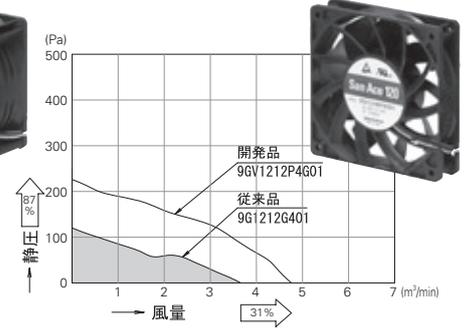


図 3-6 120mm角25mm厚

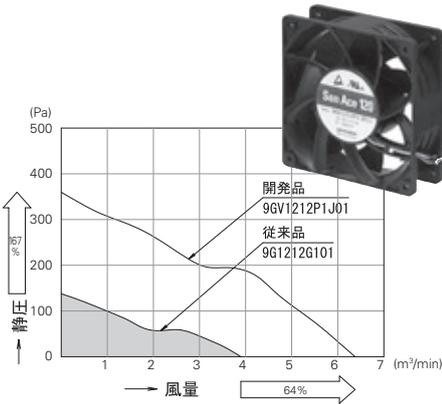


図 3-7 120mm角38mm厚

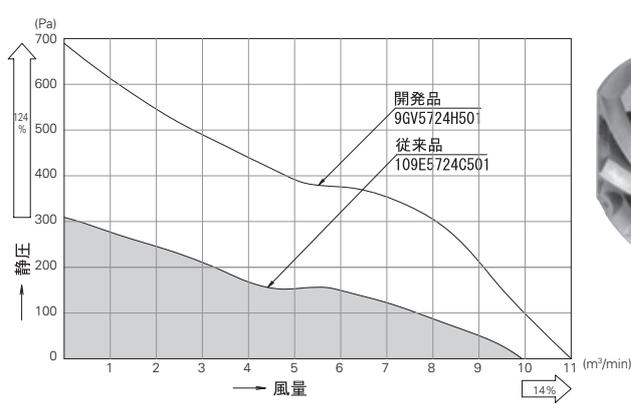


図 3-8 φ172mm×51mm厚

図 3 従来品と開発品の風量 - 静圧特性比較 (写真は開発品)

表 2 従来品と開発品の風量 - 静圧特性比較

| ファンサイズ | 型番 | 定格回転速度 [min ⁻¹] | 最大風量 [m ³ /min] | 最大静圧 [Pa] |
|-------------|------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------|
| 40mm角28mm厚 | 開発品 9GV0412P3K03 | 16,500 | 0.76 | 420 |
| | 従来品 109P0412K301 | 15,500 | 0.59 | 340 |
| 60mm角38mm厚 | 開発品 9GV0612P1G03 | 16,000 | 2.37 | 751 |
| | 従来品 9G0612G101 | 11,800 | 1.84 | 435 |
| 80mm角25mm厚 | 開発品 9GV0812P4G03 | 5,600 | 2.12 | 173 |
| | 従来品 109R0812G401 | 4,500 | 1.50 | 80 |
| 80mm角38mm厚 | 開発品 9GV0812P1G03 | 10,200 | 3.90 | 490 |
| | 従来品 9G0812K101 | 7,800 | 3.04 | 320 |
| 92mm角38mm厚 | 開発品 9GV0912P1G03 | 9,000 | 5.35 | 430 |
| | 従来品 9G0912G101 | 5,000 | 3.10 | 150 |
| 120mm角25mm厚 | 開発品 9GV1212P4G01 | 5,100 | 4.83 | 224 |
| | 従来品 9G1212G401 | 4,100 | 3.68 | 120 |
| 120mm角38mm厚 | 開発品 9GV1212P1J01 | 6,400 | 6.35 | 360 |
| | 従来品 9G1212G101 | 3,600 | 3.88 | 135 |
| φ172mm×51mm | 開発品 9GV5748H501 | 6,300 | 11.32 | 690 |
| | 従来品 109E5748C501 | 4,800 | 9.90 | 308 |

3.3 PWM速度制御

情報処理をつかさどるCPU(中央演算処理装置)などの電子部品を含む装置は、情報処理量の大小に応じて発熱量が変化するものがある。一般的に、情報量が少なくなると電子部品の発熱量は小さくなるので、ファンの風量を通常より小さくすることができる。当社では、従来より風量を調整できるファンとして2速度ファン、温度可変速ファン、PWMコントロール機能付きファン(以下、PWMコントロールファンと呼ぶ)などを豊富に揃えている。この中で、PWMコントロールファンは、ファンの回転速度をきめ細かく制御できるため、需要が増えている。たとえば、顧客側で装置内の温度を検知し、その温度に応じたPWM Dutyをファン側へ指示し、回転速度を変えることができる。これによってファンの低消費電力化および低騒音化が可能となり、ひいては装置全体の電力・騒音の低減をもたらす。

表4にPWMコントロールファン60mm角38mm厚GVタイプの例を示す。このファン(9GV0612P1G03)を定格電圧(12V)、PWM Duty 100%で運転したときに最高性能となるが、このときの消費電力は33.6W、音圧レベルは66dB(A)である。装置がアイドル状態になり、冷却性能に余裕がある場合には、たとえば、ファンの入力電圧を8Vまで下げ、PWM Dutyを0%で運転すると、消費電力は0.5W、音圧レベルは13dB(A)に低減することができる。

表4 PWMコントロール機能付きファンの消費電力と音圧レベル低減の例(9GV0612P1G03)

| | PWM Duty (%) | 回転速度 (min ⁻¹) | 最大風量 (m ³ /min) | 消費電力 (W) | 音圧レベル (dB(A)) |
|----------|--------------|---------------------------|----------------------------|----------|---------------|
| 入力電圧 12V | 100 | 16,000 | 2.37 | 33.6 | 66 |
| | 0 | 3,100 | 0.44 | 1.5 | 25 |
| 入力電圧 8V | 100 | 12,050 | 1.79 | 13.6 | 57 |
| | 0 | 1,550 | 0.23 | 0.5 | 13 |

3.4 高信頼性

万が一ファンが何らかの不具合で停止した場合には、装置によってはその機能に致命的な影響を及ぼす可能性があるため、ファンの信頼性はたいへん重要である。

当社には期待寿命20万時間の長寿命ファンや、過酷な環境で使用される防水ファンや防油ファンがある。「San Ace」GVシリーズの開発にあたり、これらの開発で蓄積された技術を開発品の基本設計に積極的に盛り込んだ。さらに、コスト低減もはかりながら、ファンを構成する部材一つ一つには妥協なく厳選したものを使用している。

これらの結果、開発品は従来品に比べて高回転化の達成とともに、期待寿命においては40,000時間(L10:周囲温度60℃、残存率90%、定格電圧、連続フリーエア状態)を達成し、高信頼性を維持している。

4. むすび

本稿では「San Ace」GVタイプファンの特長と性能の一部を紹介した。

サーバ・情報通信機器などの発熱量や実装密度は日々増加の一

途をたどるが、製品化した11機種の「San Ace」GVタイプは、業界トップクラスの性能を有しているため、多くの装置に採用いただけるものとする。また、従来品に比べて大幅に消費電力が低減されており、さらに高い信頼性を確保しているため、地球温暖化防止やランニングコスト削減にも貢献できる。

開発にあたり、多くの顧客からファンに対する要望や装置での使用方法などに関する貴重な情報をいただいた点、この場をお借りしてお礼を申し上げたい。

今後も顧客や地球環境にとってのメリットを生み出すことのできる新製品の開発に積極的に取り組んでいく所存である。

参考文献

- 山洋電気テクニカルレポート20号
高風量・高静圧ファン「San Ace 40」GVタイプ
石原 勝充 他
- 山洋電気テクニカルレポート21号
高風量・高静圧ファン「San Ace 172」GVタイプ
戸田 貴久 他
- 山洋電気テクニカルレポート22号
「San Ace 150」GVタイプ
丸山 泰弘 他
- 山洋電気テクニカルレポート24号
高風量・高静圧ファン「San Ace 36」GVタイプ
小林 俊樹 他



栗林 宏光

1996年入社
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。



藤巻 哲

1982年入社
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。



小河原 俊樹

1984年入社
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。



渡辺 道徳

1989年入社
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。



池田 智昭

1990年入社
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

1990年入社
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。



渡辺 二郎

1978年入社
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。



羽田 格彦

1997年入社
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。