

DCブラシレスモータ搭載ダクト用換気扇

深瀬雄一*

Duct Ventilator with DC Brushless Motor

Yuichi Fukase

要旨

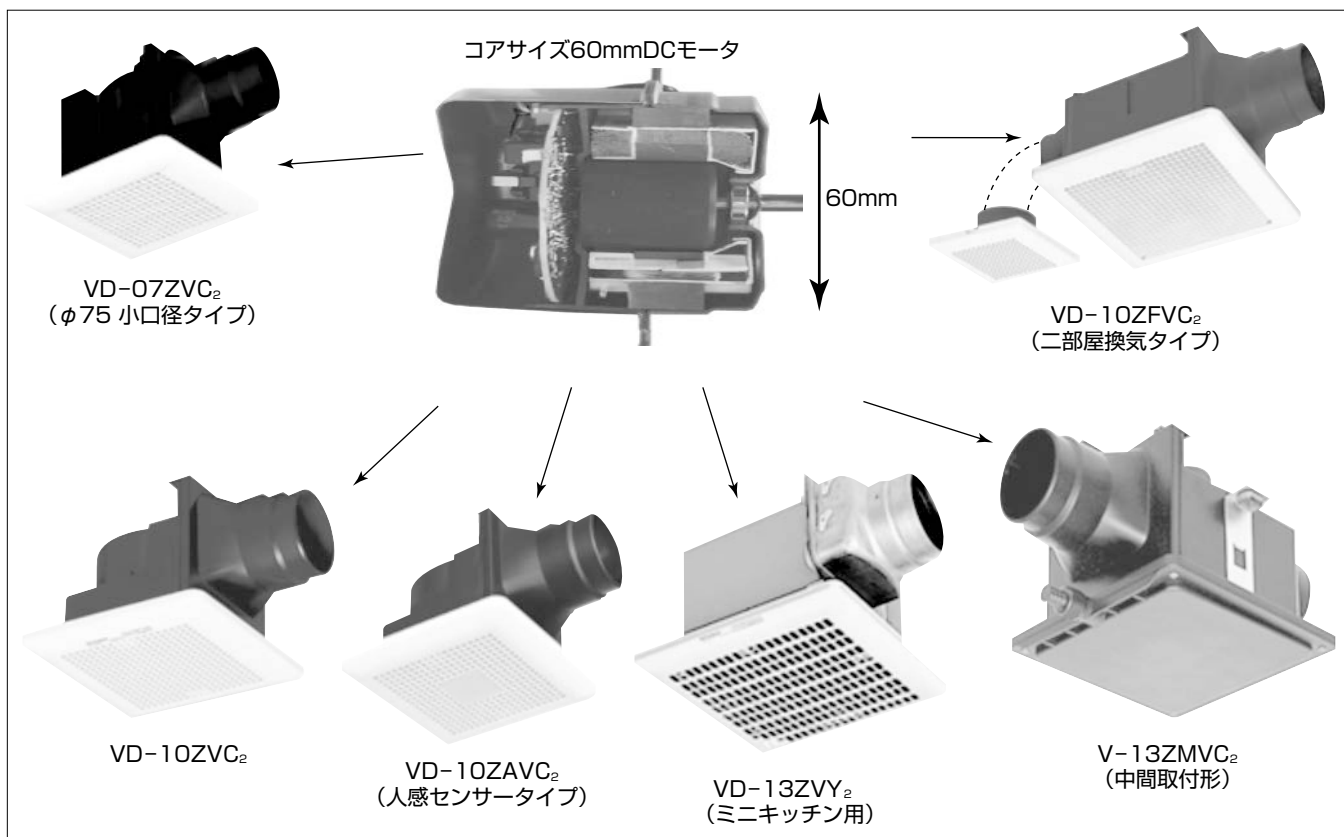
2012年12月の省エネ基準改正(住宅は2013年10月施行)によって、住宅設備の一次エネルギー消費量の基準値が設定されたことで、今後は建物の断熱性能だけでなく、換気設備を含む住宅設備機器に対しても、より省エネルギー性の高い機器が求められるようになった。

また、国の省エネルギー技術導入促進事業であるネット・ゼロ・エネルギー・ハウス支援事業では、補助金の交付要件基準の1つに“DCモータで動くタイプの換気設備の採用”が挙げられてる。

そこで、こうした省エネルギー推進施策の要件を満たした“DCブラシレスモータ搭載ダクト用換気扇”を開発し、

用途別に小型から大型まで低消費電力の実現と、風量を一定に保つ“定風量制御機能”や素早く排気する“急速モード”等換気設計の自由度や快適性を高める機能を搭載した。さらに、業界最多の29機種にラインアップを拡大することで機種選定の幅を広げ、次世代の省エネルギー基準に対応した換気システムの構築を支援している。

2011年にはACモータと同サイズのコア外形80mmの回路一体型DCモータを開発してダクト用換気扇に搭載した。そして、2014年には1サイズ小型のコア外形60mmの回路一体型DCモータを開発してダクト用換気扇に搭載した。



DCブラシレスモータ搭載ダクト用換気扇(2014年発売)

新開発の小型DCモータ(コアサイズ60mm)をダクト用換気扇に搭載し、ACモータ搭載タイプと比べ消費電力を大幅に削減した。さらに、ダクトの配管長さや曲がりに影響されず風量を一定に保つ“定風量制御機能”を搭載して換気設計の自由度を向上させた。

1. ま え が き

住宅の高気密・高断熱化が進み、シックハウス対策として2003年7月に施行された改正建築基準法によって全ての居室に常時換気設備の設置が義務化された。従来の局所換気から常時換気へ変わり、常時換気による換気扇の省エネルギーニーズが高まった。

三菱電機は省エネルギーニーズに対応するため2003年6月にダクト用換気扇に業界初^(注1)のDCモータを搭載し、省エネルギー換気を実現した。

DCモータを駆動させるためには電源回路、制御回路が必要であるが、当初はモータと回路が別置きされており、換気扇本体内に回路スペースの確保や回路内へのほこり、湿気の浸入対策などが必要で一部の機種しかDCモータを搭載することができなかった。

これら課題の対策としてモータと回路を一体化させることで製品への展開が容易になった。

(注1) 2003年3月6日現在、当社調べ

2. ACモータと同一サイズ

現在、ダクト用換気扇はACモータを基本としてサニタリー用、居間・事務所・店舗用、台所用として合計200機種以上がラインアップされている。そこに使用されているACモータは機種ごとに仕様は異なるが、サイズとしてはコア外形で60mm、80mm、95mmと主に3種類に統一されている。

これらのサイズ以外のモータを搭載するには新たに換気扇本体から開発する必要がある。ACモータと同一サイズで製品本体に取付け互換のあるDCモータを開発することで、DCモータ搭載機種が短期間で容易に展開可能となる。

2.1 コア外形80mmDCモータ開発(2011年)

コア外形が80mmのモータを搭載しているダクト用換気扇は全用途に使用され機種ラインアップが多い。また、DCモータの特長でもある省エネルギー性の効果も大きく出る風量帯域であるため、このサイズのDCモータを開発した。

先行してこのコア外形80mmDCモータ(図1)はサニタリー用、居間・事務所・店舗用、台所用の全用途で合計18機種のダクト用換気扇に搭載し、2011年6月に発売した。

2.2 コア外形60mmDCモータ開発(2014年)

コア外形80mmの次はコア外形60mmのDCモータ開発を行った(図2)。このサイズのモータが搭載される換気扇は小風量帯のサニタリーやミニキッチン用途が主となり、これらの用途に向けDCモータを開発した。

基本構造は先行開発した80mmDCモータの構造を踏襲しており、主な部品は①ステータコア、②マグネットロータ、③回路である。ステータコアやマグネットロータはモータサイズに合わせて小型化ができるが、回路に関しては

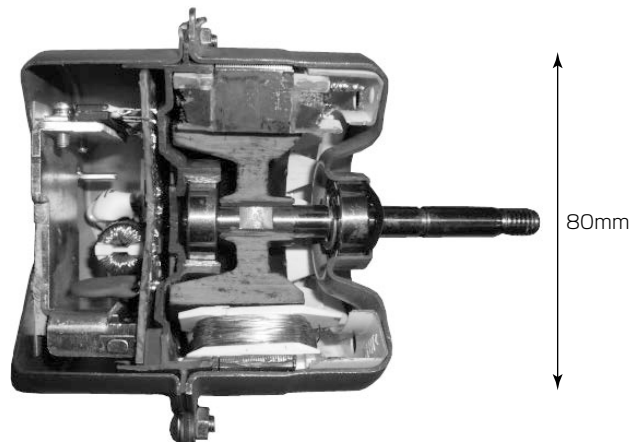


図1. コア外形80mmDCモータ

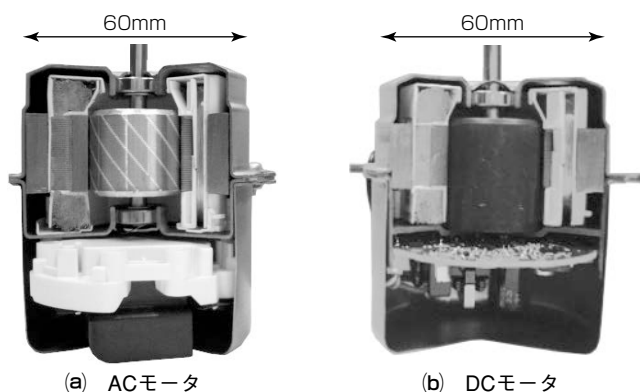


図2. コア外形60mmモータ

回路構成が同一のため、回路の主要部品(電源コンデンサなど)の小容量化での部品小型化ができず、次の対策によって小型化を実現した。

2.2.1 4層基板による小型化

回路構成が同一のため80mmサイズのパターン配線は60mmサイズの回路では収まらず、基板を2層から4層に変更して対策を行った(図3、図4)。

2.2.2 駆動ICのパッケージ小型化

回路基板小型化の課題として駆動ICの小型化がある。駆動ICはDCモータの主要部品である。この駆動ICは80mmサイズの回路基板には収まったが、60mmサイズの回路基板には収まらず小型化が必要であった。

一般にこのような駆動ICは発熱が多く、80mmサイズのDCモータに使用の駆動ICも放熱フィンによって発熱対策を行っていた。しかし、60mmサイズのDCモータは負荷が小さくなったことで発熱が減り放熱フィンが不要となった。放熱フィンレス構造によって取付け方法を挿入型から表面実装型へ変更が可能となり、パッケージの小型化が可能となった(図5)。

ただし、発熱が少ないが、放熱構造は必要のため接触する銅箔(どうはく)パターン配線の表面積を広くし、放熱性を高める工夫もしている(図6)。

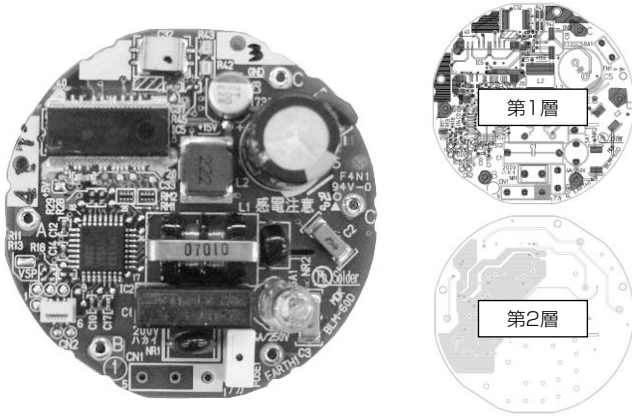


図3. 基板表面とパターン配線

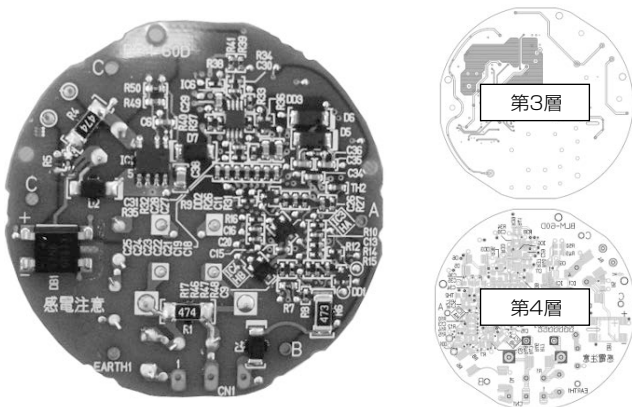


図4. 基板裏面とパターン配線

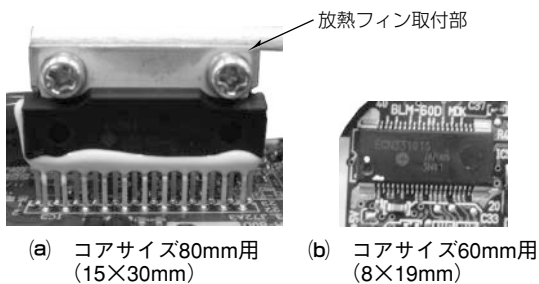


図5. 駆動IC

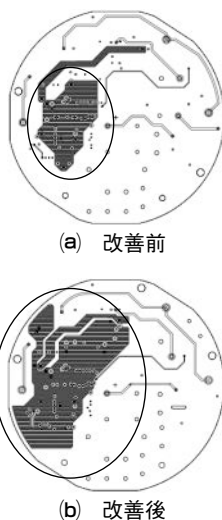


図6. 銅箔パターン配線(第2層)

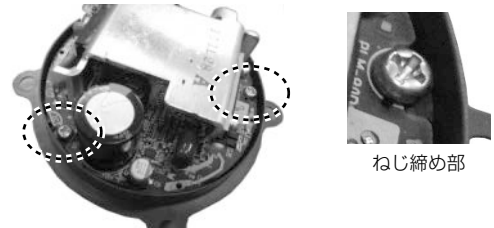


図7. ねじによる固定(80mmサイズDCモータ)

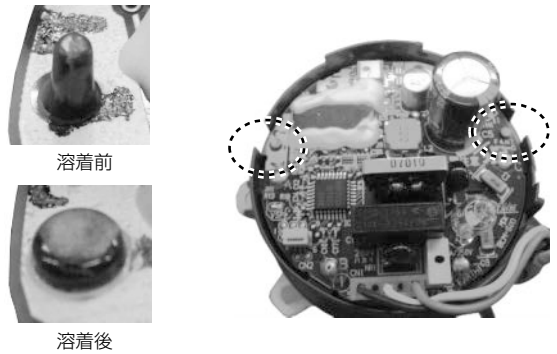


図8. 溶着による固定(60mmサイズDCモータ)

2.2.3 溶着による回路基板固定

80mmサイズの場合は回路基板をねじによって固定していたが(図7)、60mmサイズでは収納面積が小さく、充電部の絶縁確保のためねじを使用できなかった。

そこで、60mmサイズでは溶着によって回路基板の固定を行った(図8)。

3. DCモータの機能

3.1 定風量制御機能

一般的なダクト用換気扇は接続されるダクト配管長(ダクトの曲がり含)や屋外に据え付けられるフードが負荷となり、その負荷に応じて風量も変わるため換気設計が複雑となる。また、据付け現場で急な配管変更があった場合は当初の換気設計の風量が変わってしまったり、外風がダクト配管内に加わると負荷が増大し、換気風量も下がってしまう課題がある。

これらの課題はDCモータの可変速運転を利用して風量を一定に制御する“定風量制御”を設けることで換気設計が簡単になり、対応可能である。

ACモータ搭載の換気扇に外付けのインバータを追加すれば可変速運転は可能であり、さらに差圧センサや風速計を用いれば風量を一定に制御することも可能である。

しかし、インバータやセンサ等の搭載は換気扇に追加部品が加わるためコストも高くなってしまう。そこで、このDCモータはセンサなどは使用せずに、内蔵されている制御回路に定風量制御機能を搭載した。

ACモータやDCモータを問わず、モータ出力が一定の場合、換気扇は図9のような風量-静圧特性となる。出力①

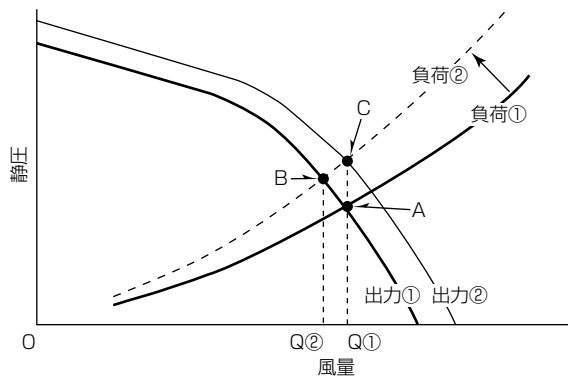


図9. 定風量制御

の特性の換気扇にダクト配管長による負荷①の圧力損失が加わると、出力①と負荷①の交点Aで動作し、その際の風量は $Q①$ となる。この風量 $Q①$ が当初の換気設計で計算された必要な換気風量となる。例えば、ダクト配管長を長く変更したり、外風がダクト配管内に加わると負荷が負荷①→負荷②と変化する。動作ポイントは出力①と負荷②の交点Bとなり、交点A→交点Bに変化することで、風量は $Q①$ → $Q②$ に変化してしまう。

負荷②でも風量が $Q①$ であるためには出力②と負荷②の交点Cで動作する必要があるため、出力も出力②に変化させる必要がある。そこで、制御回路を搭載したDCモータでは負荷が変化しても常に風量が $Q①$ であるための条件をあらかじめ設定しておき、負荷が変化した際、 $Q①$ で動作するようにモータ出力を出力①→出力②に自動で制御することで動作ポイントは交点A→交点Cとなり風量一定運転(定風量制御)が可能となる。

このように定風量制御機能を搭載することで、急なダクト配管の変更や外風の影響に左右されず換気設計した風量を確保できる。

3.2 急速モード

同サイズのACモータと比べて大きな出力が出せることもDCモータの特長であり、大風量化が可能となる。大風量化によって従来の強・弱運転の2速調から急速運転を追加して3速調を採用した。

これによって、1サイズ大きな換気扇の風量が1サイズ小さい換気扇で対応可能となり、小型化による製品本体軽量化での施工性改善や、意匠小型化でのデザイン性の向上を図ることができる。

3.3 消費電力削減

同等風量のACモータ搭載タイプと比較して、消費電力を最大約57%削減し^(注2)、省エネルギーを実現した。

(注2) 当社ACモータ搭載タイプ“VD-13ZLC₂”と当社DCモータ搭載の新商品“VD-10ZVC₂”との比較(50Hz強運転、ダクト配管長20m時)。

4. 機種ラインアップ

この開発のDCモータは、換気風量60~100m³/hで“VD-10ZVC₂”，換気風量75~120m³/hで“VD-13ZVC₂”，二部屋用換気扇で“VD-10ZFC₂”に搭載し、その他に様々な機種ラインアップを行っている。

4.1 φ75mm小口径タイプ

通常、接続ダクト径はφ100mm及びφ150mmが主流である中、φ75mmの小口径ダクトで微小風量のダクト用換気扇が存在する。狭い天井裏でもダクト配管が可能であり、配管コストも安価となる。そこで、このサイズの換気扇にDCモータを搭載し、50m³/hの微小風量における定風量制御機能付きのダクト用換気扇を開発した(“VD-07ZVC₂”，業界初^(注3))。

(注3) 2014年2月18日現在、当社調べ

4.2 人感センサタイプ

通常、ダクト用換気扇は壁にコントロールスイッチを設け、運転・停止や強・弱運転の切替えを手動で行うが、人を検知して運転・停止や強・弱運転の切替えを自動で行う人感センサ付きのダクト用換気扇が存在する。そこで、強・弱運転の切替えを自動で行うDCモータを搭載した人感センサ付きダクト用換気扇を開発した(“VD-10ZAVC₂”，業界初^(注3))。

4.3 中間取付け形

ダクト用換気扇は吸込口(グリル)と本体が一体のため、吸込口が天井に露出した状態となり、換気を必要とする天井に本体が設置される。しかし、吸込口を小さくし、目立たせたくない場合には、吸込口と換気扇本体をダクト配管によって分離する中間取付けタイプが存在する。そこで、この中間取付けタイプにもDCモータを搭載したダクト用換気扇を開発した(“V-13ZMVC₂”ほか、業界初^(注3))。

4.4 ミニキッチン用

台所用の中でも、1口のコンロが設置されているようなワンルームマンションなどの台所にはミニキッチン用としてオール金属タイプのダクト用換気扇が使用されることが多い。そこで、このミニキッチン用にもDCモータを搭載したダクト用換気扇を開発した(“VD-13ZVY₂”，業界初^(注3))。

5. むすび

現在ACモータが主流であるダクト用換気扇にDCモータを適用させた事例について述べた。今後もDCモータの機能を活用し換気設計の自由度や快適性を高める機能を搭載したラインアップを拡大することで機種選定の幅を広げ、次世代の省エネルギー基準に対応した換気システムの構築を支援していく所存である。