

Steel Landscape

鉄の点景

現代日本の家庭生活の中でルームエアコンは非常に必要性の高い家電製品と言える。特に夏場の冷房において、その消費電力は常にニュースに取り上げられる話題でもある。エアコンの省エネ性能、効率、静音性の鍵となるファンモータについて取り上げる。

ルームエアコン用 ファンモータ



アキシアルギャップ形ファンモータ。エアコン用として初めて富士通ゼネラルが開発、2004年12月に発表した「MFD-71PO」。

■生活に欠かせない機器となったエアコン

現代の日本は住宅の気密性がますます高くなっている。また特に都市周辺ではヒートアイランド現象など、本来の四季の変化以上の気温の上下も起きている。それだけに、ルームエアコン（家庭用エアコンディショナー）は重要性の高い家電製品といえる。総務省統計局が行う「全国消費実態調査」によれば、ルームエアコンの普及率は日本全国平均で86.9%に及ぶ（2004年）。

その機能も、登場当初は冷房だけだったが、近年では冷房・暖房・除湿と、多様な空気調整が可能な機種が一般的である。それに加えて加湿や空気清浄機能をもったものもある。こうした高機能化の一方で、ルームエアコンの基本的性能向上の中心的課題となっているのが、省エネルギーである。

ルームエアコンは、居住空間の温度を管理し、連続運転を行うものなので、家電製品の中でも消費電力が大きい。

また、1999年の「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（省エネ法）改正により、ルームエアコンなどのエネルギー消費効率基準の策定に「トップランナー方式」が導入された。これはその時点で商品化されている製品のうち「最も省エネ性能が優れている機器」をもとに基準を定めるもので、これにより、各社の開発競争に一層の拍車がかかることとなった。

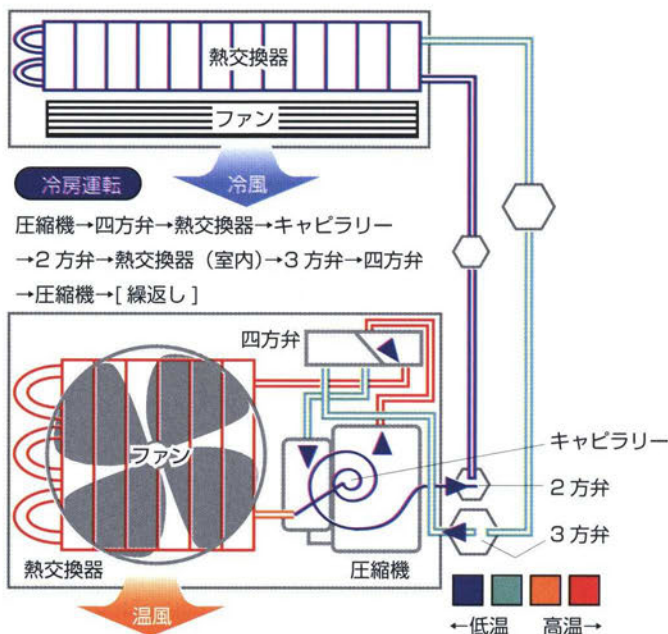
■省エネの鍵を握るファンモータ

ルームエアコンの効率は、使用されるファンモータの消費電力、熱交換器の伝導率、ファン／送風通路形状、制御方法などに左右される。なかでもファンモータの消費電力は、6畳クラスの現行ルームエアコンの冷房時定格消費電力450～500W程度のうち、80～100W（室内機用・室外機用計）と、

比較的大きな割合を占める。そのため、省エネ性能向上の鍵として新たな技術開発が盛んである。

エアコンは室内機と室外機の間で冷媒を循環させ、その圧縮・蒸発を繰り返すことで熱交換を行っている（下図）。ここで暖められた／冷やされた空気を送り出すために、室内・室外の双方にファンモータが使われる。

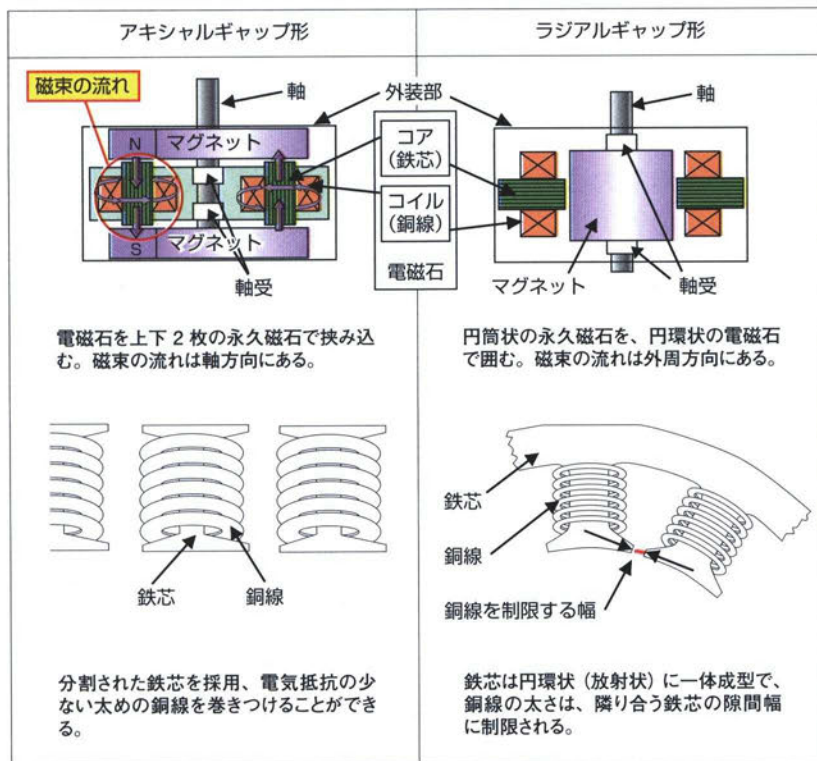
ファンモータには従来AC（交流）モータが使われてきたが、10年ほど前から、より制御の容易なDC（直流）モータに切り替わり、現在ではこちらが主流となっている。なかでもファンモータに主に使われているのは、直流電流の極性を切り替える整流子・ブラシの役割を電子回路で置き換えたブラシレ



ルームエアコン構造概念図（冷房運転時）

エアコンは冷媒を室内機・室外機の間で循環させ、気化と圧縮・液化を繰り返すことで熱交換を行う。冷房の場合、気体状態の冷媒を圧縮機で高温高圧にし、室外機の熱交換器で冷却・液化。これをキャピラリー（渦巻状の毛細管）で圧力を下げ、低温となった冷媒を室内機の熱交換器に送る。暖房時は弁の切り替えにより、ほぼこれと逆の動作となる。

モータ形式の比較 (アキシャルギャップ形とラジアルギャップ形)



ス DC モータ (無整流子電動機) である。

特にエアコン用としては、

- * より大型のファンに対応するための高出力化
- * 鉄損、銅損、回路損を低減する高効率化
- * ファンとの共振の低減、モータ自体の回転精度を高めた静音性
- * 組込時の省スペースを図れる小型化
- * 寿命・信頼性の向上

などが強く求められる。最近はこちらエアコン用の性能向上に特化した形態、制御の開発が盛んであり、ここでは、そのいくつかの例を取り上げる。

開発・改良の進むエアコン用ファンモータ

例1: アキシャルギャップ形ファンモータ

ブラシレス DC モータのうち、電磁石と永久磁石の間隙が外周方向にあるものをラジアルギャップ形、軸方向にあるものをアキシャルギャップ形という (上図)。

エアコン用ファンモータとしては、一般にラジアルギャップ形が用いられてきたが、2004 年、エアコン大手メーカーである富士通ゼネラルがエアコン用アキシャルギャップ型モータを発表、その利用も始まっている。

アキシャルギャップ形は、電磁石を2枚の円板状の永久磁石で挟み込む構造をもつ。この構造では永久磁石と電磁石の間の向き合う面積を大きくし、行き来する磁力の通り道を短くできる。また構造上、電磁石の巻線設計に余裕があるため、エネルギー変換の効率低下の要因である「鉄損」や「銅損」

を抑えることができる。

こうした特性から、より高効率で省エネに役立つ利点をもちながら従来エアコン用として実用化されなかったのは、円板状の磁石を使う構造上、磁力の吸引・反発による振動とそれに起因する騒音の抑制が難しかったからとされる。だが、電磁界・構造の各種シミュレーション技術を用いた形状の最適化、電子制御技術の運転最適化により、実用化が可能となった。

開発した富士通ゼネラルでは、同社製のほぼ同容積のラジアルギャップ形モータに比べ、出力1.5倍、最大効率86%の性能向上が図れたとしている。同モータはエアコン・ファンモータ用に新規に実用化されたものだが、小型・軽量・高出力という利点を生かし、電動アシスト自転車用など、他の用途への展開も見込まれている。

例2: 低騒音・省エネ型、マイコンおよびワンチップ IC インバータ

近年のエアコンは多機能化が進んでおり、そのため、省エネルギー・高効率・低騒音化は、幅広い回転数で実現できなければならない。従来、特に低い回転数での低騒音化は難しかった。モータの騒音は、インバータの出力電圧波形を正弦波に近づけることで低減できるが、回路短絡防止のために波形には歪みが生じ、これが低回転域で特に影響が大きかったためである。このため、モータ内部やファンに防振ゴムを取り付けることで騒音低減を図るのが一般的であった。

日立製作所が開発した新制御とインバータ IC のセットでは、出力素子制御信号の入力方式を改め、上下の出力素子を同時にオフにする「デッドタイム」を短縮、これによって波形の歪みを小さくすることで、低い回転数でも高効率・低騒音の制御を可能にしている。同社従来品との比較では、2~3マイクロ秒のデッドタイムを約1マイクロ秒まで短縮、低回転域での騒音を、100rpm 時に約3dB 低減できたとしている。

まとめ

日本国内だけでなく、世界各国で、エアコンをはじめとする家電製品への省エネ規制は、ますます厳しくなりつつある。モータの高効率化・省エネ化は、今後もさらにエアコン開発の焦点となろう。

[取材・文=川畑英毅]

取材協力=富士通ゼネラル株式会社、株式会社日立製作所