

こうして使おうパワーデバイス

第12回 エアコンとモータ制御



家電製品には洗濯機、冷蔵庫、掃除機などモータを使用するものがたくさんあります。その中で、エアコンは1台の中でも室外機のコンプレッサとファン、室内機のファンと複数のモータを使用すること、一つの家庭で複数台を設置することが多いこと、夏季や冬季には長時間連続運転することなどの特徴をもっています。今回は、最近のエアコン製品の動向や、エアコン向けのパワーデバイス、コントローラICについてご紹介します。

最近のエアコン製品の動向

エアコン製品は、省エネ・高効率を追求したものと、低価格を追求したものに2極化する傾向があります。

その中で、国内メーカーの製品は一般に省エネ・高効率指向で、100%がインバータ化されています。また、最新の技術をいち早く開発・採用する傾向が強く、世界でも最先端を進んでいると言えます。モータ制御に関しても、各メーカーがそれぞれ豊富なノウハウを蓄積しています。

一方、中国などの海外メーカーではこれまで低価格の大量販売製品が多かったのですが、最近では省エネ・高効率を追求する製品も増えてきました。

その背景には、日本では元々ユーザーの節電意識が高いこと、夏の暑さと冬の寒さの両方が厳しくエアコンの運転期間が長いことに加えて、家電製品に省エネ性能を表示するなど、政策的にも省エネ・高効率を促進してきたことがあります。

エアコンのエネルギー効率の指標として、以前は定格負荷時の効率を示すCOP(成績係数)を用いていましたが、2006年からは年間を通してのさまざまな負荷パターンをモデル化したAPF(通年エネルギー消費効率)に変わりました。APFでは低負荷時から高負荷時まで広い範囲での効率が評価されるので、パワーデバイスの選定にも影響を与えています。

室外機に用いられるパワーデバイスの選択

エアコンでは、室外機のコンプレッサ・モータとファン・モータ、室内機のファン・モータという3個のモータが使われ、それぞれにパワーデバイスが使われています。また、室内機ではその他に風向制御用のステッピング・モータなど、さらに多くのモータを使用

している製品もあります。

このうち、コンプレッサ・モータが最も大容量で、その分トータルの効率への影響が大きいため、早くから省エネ・高効率化技術が進化してきました。最近では、コンプレッサの高効率化だけでは差別化が難しくなってきたことや、APFの導入により低負荷時の効率も問題になってきたことから、室外機や室内機のファン・モータでも省エネ・高効率化が進められています。

図1に、室外機の回路構成例を示します。

この例では、コンプレッサはIGBTのIPM(インテリジェント・パワー・モジュール)で駆動し、ファンはMOSFET駆動のコントローラ一体型ファンを使用しています。どちらも3相インバータ駆動で、32ビットRISCコントローラで制御を行っています。

家電製品のモータ駆動では一般にIGBTを用いることが多いですが、ファン・モータにはMOSFETも多く用いられています。IGBTの場合はIPMを用いることも多く、簡単に使えるだけでなく、小型化やコストダウンのメリットも得られます。エアコン向けとしても各種のIPMが供給されており、特に低価格指向の製品ではIPMが多く用いられています。同様に、ファンの場合は速度指令を与えて簡単に回せるコントローラ一体型ファンも広く用いられています。

一方、省エネ・高効率を追求した製品では、各メーカーがモータを高効率で駆動するノウハウを豊富に蓄積しており、ディスクリートのIGBTを用いて専用設計することが多くなっています。最近では、低負荷時の効率を重視して、コンプレッサもMOSFETで駆動する場合があります。

コンプレッサの場合、単に熱媒体を圧縮すれば良いわけではなく、圧縮した熱媒体を効率良く循環させるために、モータの制御、駆動について高度な技術が必要です。

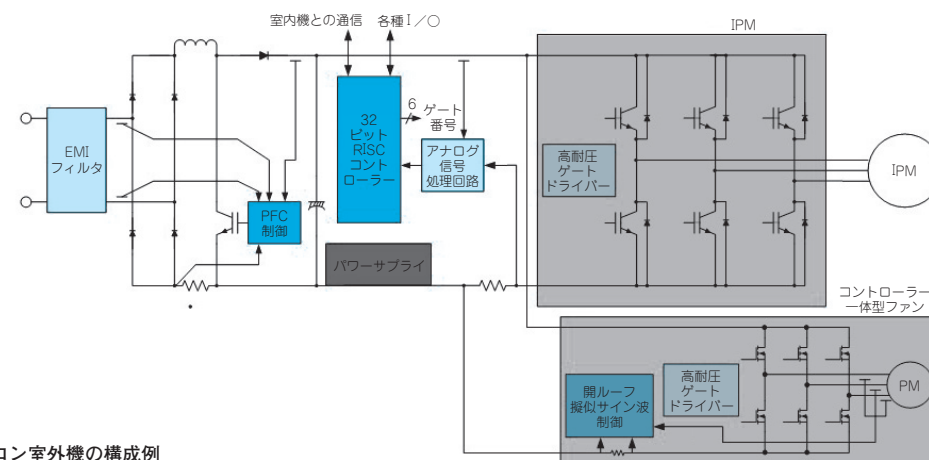


図1. エアコン室外機の構成例

室内機に用いられるパワーデバイスの選択

省エネ・高効率を追求した製品では、室内機のファンにも工夫が進められています。

エアコンの室内機は、ユーザーの快適性や利便性に直接影響する部分であり、風量や風向の可変制御は早くから行われてきましたが、最近では室内の状況をセンサで検出して最適な運転を行うなど、きめ細かい制御をアピールする製品も登場しています。

一方で、室内機の効率を高める重要なポイントは、熱交換器のフィンに効率的に風を通すかであり、外からは見えにくい部分で大きな改良が進んでいます。限られた室内機のサイズの中でフィンの有効面積を広げるため、室内機には横長の円筒形のシロッコ・ファンが用いられています。従来は室内機の前面から上面にかけてフィンを配置していましたが、最近では室内機の背面にもフィンを広げるなど、さまざまな手段を駆使しています。

もちろん、制御基板の小型・省スペース化の要求もきわめて強く、超小型モジュールであるIRSM836-035MAなどの μ IPM™シリーズもいち早く採用されています。

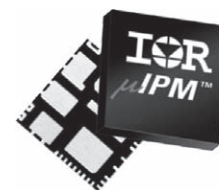


図2. μ IPM™

エアコンに用いられるコントローラIC

省エネ・高効率を追求した製品では、各メーカーが独自のノウハウを駆使してモータ制御を行っており、高性能のマイクロコントローラ上で高度な制御演算を実現しています。そのようなメーカーでは、センサレス駆動などソフトウェア制御を用いてハードウェアを簡略化し、低価格で製品化している例もあります。

一方、低価格を追求した製品では、専用のコントローラICを採用することによって、マイクロコントローラやソフトウェア開発のコストを削減することが多くなっています。

IRでは、さまざまな分野のモーション・コントロール・アプリケーションに向けて、IRMCK311、IRMCK341などの専用のコントローラICやIRSM505-035MAなどのIPMをプラットフォームとして供給しています。その中で、エアコン向けのコントローラICは供給量が多く、IRのコントローラICを搭載したエアコンは世界中で広く使われています。



図3. コントローラIC