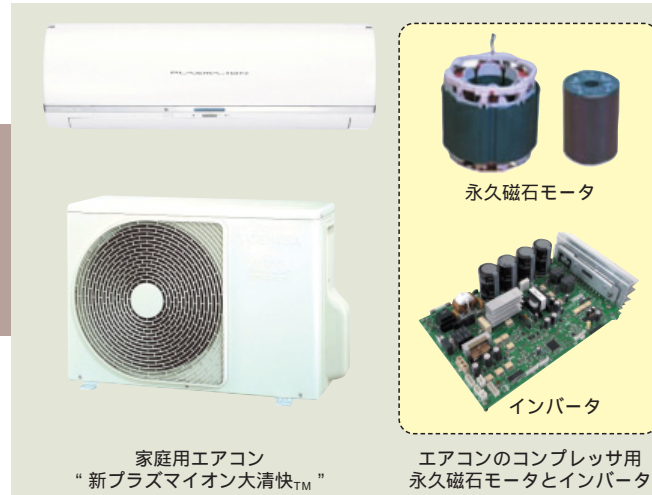


家電製品を支える 高性能モータ駆動技術

製品の省エネルギー化や低振動・低騒音化を実現する永久磁石モータの正弦波駆動

制御技術の進歩に加えて半導体技術の進歩や低価格化を背景として、エアコン、冷蔵庫、洗濯機といった家電製品に永久磁石モータをインバータで駆動する技術が使われるようになり、着実に性能向上が図られてきました。

今回、この永久磁石モータを、これまで使われていた矩形(くけい)波駆動に代わり正弦波駆動する技術を開発しました。開発した正弦波駆動は、位置センサレス技術やベクトル制御技術などから成り、これらの技術を高速演算器で実現しています。この技術により、省エネルギー(以下、省エネと略記)化や低振動・低騒音化などといった性能向上が図られています。



家庭用エアコン “新プラズマイオン大清快™”
エアコンのコンプレッサ用永久磁石モータとインバータ

図1. 家電製品に搭載されているモータ - エアコン、冷蔵庫、洗濯機などの家電製品には、永久磁石モータが多く使われるようになってきています。

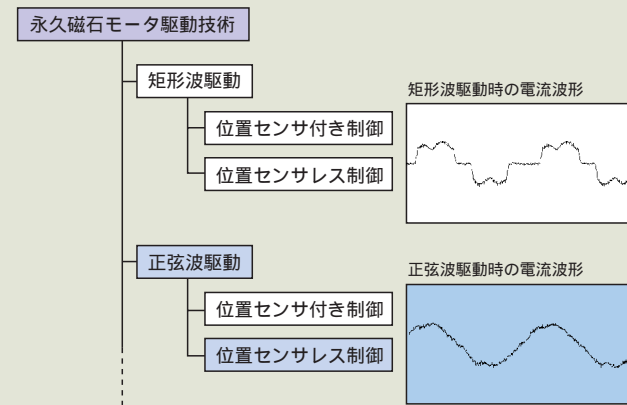
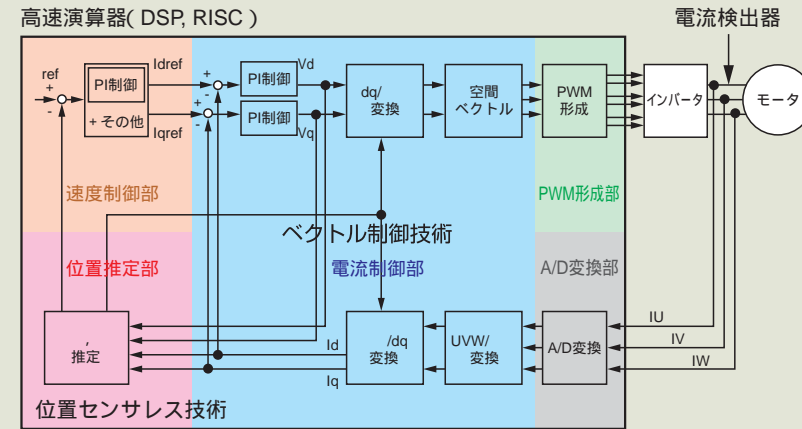


図2. 永久磁石モータの駆動技術 - それぞれの製品の性能や使用環境に応じて、永久磁石モータの最適な駆動技術の開発が進められています。



I_u, I_v, I_w : 電流 : 角速度 U_{vw} : モータの各相
I_d, I_q : 電流 : 角度 PWM : パルス幅変調
V_d, V_q : 電圧 dq : 座標軸 A/D : アナログ/デジタル
Ref : 参照値 座標軸 PI : 比例・積分

図3. 正弦波駆動の構成 - 開発した正弦波駆動は、位置センサレス技術やベクトル制御といった技術から成り、これらの技術を高速演算器(DSP, RISC)で実現しています。

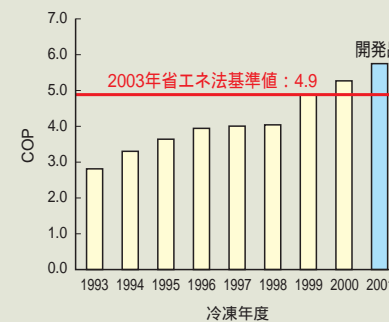


図4. COPの推移 - 開発品を搭載したエアコンのCOPは、改正省エネ法で定められた2003年の基準値に対して、大幅に上回っています。

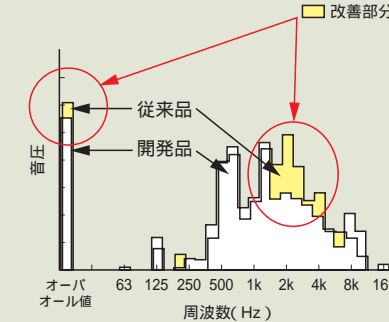


図5. コンプレッサ単体の騒音比較 - 開発品を搭載したコンプレッサのオーバーオール値は、約3dB(A)改善しています。特に2kHz付近の低減効果が大きくなっています。

家電製品のモータ駆動技術

家電製品には、地球環境保護の観点から省エネ化が求められています。具体的な例を挙げますと、1999年に省エネ法が改正され、各々の製品分野において、現在商品化されている製品の中でもっともエネルギー消費効率が優れている製品の性能以上にするという“トップランナー方式”が導入されました。また、集合住宅における騒音問題や、ライフスタイルが多様化して夜間に洗濯する家庭が増えたことなどにより、振動や騒音の少ない製品が望まれるようになってきています。

このような省エネ化や低振動・低騒音化といった高性能化を目指して、永久磁石モータをインバータで駆動する技術が適用された製品が増加し、現在ではエアコンをはじめ、冷蔵庫、洗濯機などに使われています(図1)。一方、インバータに使用する半導体技術の進歩に加えて低価格化が進み、特にここ数年で低価格のモータ制御用高速演算器が製品化され、高度なモータ制御技術が実現できる環境になってきました。

このような背景のもと、東芝では製品の更なる高性能化を目指して、モータ駆動技術に関する研究・開発と製品への適用化を進めています。

正弦波駆動技術

家電製品用モータには、製品の性能や使用環境に適した駆動技術が必要です。図2は永久磁石モータの駆動技術を示しており、このなかで正弦波駆動はモータの巻線利用率が高くモータ効率が良いのに加えて、電流に含まれる高調波が少なく低振動・低騒音化にも優れています。今回、エアコンの心臓部であるコンプレッサに搭載されている永久磁石モータを、これまで使用されていた矩形波駆動に代わり正弦波駆動する技術を開発しました。

開発した正弦波駆動技術は、位置セ

ンサレス技術やベクトル制御技術などから成り立っています(図3)。通常、永久磁石モータは、位置センサからのロータ位置情報に基づいてステータ巻線に通電します。しかし、コンプレッサの場合には、内部が高温・高圧になるために位置センサが取り付けられません。このため、位置センサレス技術により、電圧、電流、そして抵抗やインダクタンスなどのモータ定数を用いて、モータ等価回路方程式からロータ位置を推定しています。ベクトル制御技術は、モータのロータとステータを共に回転する直交座標系に変換して、トルクに寄与する成分としない成分に

分けて制御するもので、電力を有効に使うことができます。これらの技術はDSP(Digital Signal Processor)、RISC(Reduced Instruction Set Computer)といった高速演算器により実現しています。

適用事例

エアコンの省エネ指標で、消費電力当たりの冷暖房能力を表すCOP(Coefficient Of Performance)を図4に示します。この値が大きいほど省エネ性に優れたエアコンになります。開発品のCOPは、省エネ法で定められた基準値を大幅に上回っていま

す。これには熱交換器の性能向上、ファンの改良などの省エネ技術とともに、前述したモータ駆動技術が貢献しています。

コンプレッサ単体の騒音比較を図5に示します。開発品は、オーバーオール値で約3dB(A)改善しています。特に、耳障りな2kHz付近の低減効果が大きくなっています。

また、ベクトル制御技術は、エアコンのほかにも今夏発売した洗濯機(トップインホームランドリー)に使用しており、脱水時の低振動・低騒音化などに貢献しています。

今後の展望

モータの歴史は非常に古く、100年以上になります。この間、モータ駆動技術は回路素子や設計・制御技術などの進歩により、モータとともに発展してきました。特に、ここ数年においては、半導体技術の進歩や低価格化を背景として、モータ駆動技術は急速に発展し、家電製品の高性能化に貢献しています。

今後も引き続きモータ駆動技術の研究・開発を進めることにより、ユーザーの必要とする性能や、社会的にも価値ある製品を提供していきます。

関原 聡一

生産技術センター
モータ技術開発センター研究主務