

日本冷凍空調学会賞 技術賞

アウターロータ型ファンモータを搭載した 高効率エアコン

High Efficiency Air Conditioner with Outer Rotor Type Fan Motor

1. はじめに

近年、空調機をはじめとする家電製品において、国内外で省エネへの要求が高まってきている。中でも空調機は使用電力が大きいので、省エネに対する要求が非常に高く、国外でもインバータを搭載した省エネ空調機の需要が高まっている。

インバータ搭載の空調機は、室内の温度が設定温度に達すると、モータを低速回転で運転することで室内の温度をキープし、快適で省エネな運転が可能である。一方、低速回転時は送風音が小さいため、モータのコギングトルク、トルクリプルが大きいと耳障りな音が発生し、ユーザーに不快な思いをさせるケースがある。

今回、空調機におけるエネルギー消費が比較的大きいファンモータを、効率・出力密度および回転安定性に優れた加振力の小さいアウターロータ型で開発し、製品の省エネ性を向上した。

2. 導入技術概要

2.1 アウターロータ型ファンモータの特徴

アウターロータ型モータとすることで、磁石面積を大きくし磁束量を増加することができ、磁力は小さいが安価なフェライトボンドマグネットを採用可能とした。図1に磁石配向の異方性を示す。極異方性を採用することでギャップ磁束密度を正弦波化した。

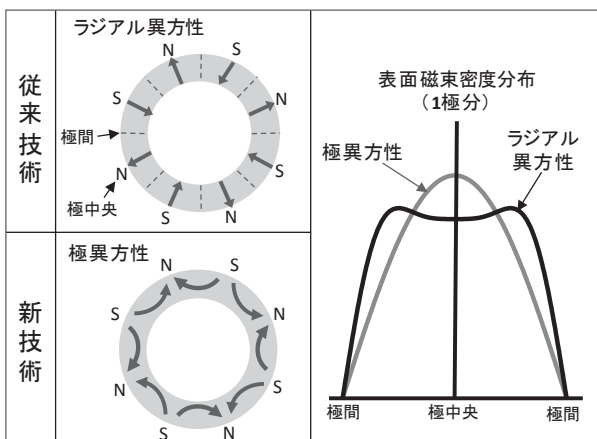
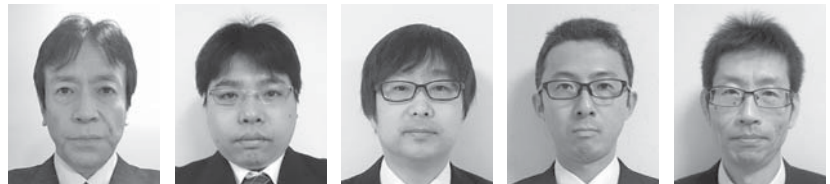


図1 磁石配向の異方性とギャップ磁束密度



藤井浩和* Hirokazu FUJII 石丸 純* Jun ISHIMARU 佐藤純一* Junichi SATO 高山佳典* Yoshinori TAKAYAMA 大辻基史* Motofumi OTSUJI

フェライトボンドマグネットを使ったロータは、磁粉と樹脂を配合したコンパウンド原料を金型内に組み込まれた磁気回路により磁界を印加しながら射出成形することで得られる。自社で金型の磁気回路を設計できるので、磁界解析により正確な磁石配向分布を把握し、図2、3で示すようにコア設計にマッチした低コギングトルク、トルクリプル設計を行える。これにより、騒音・振動の増加要因であるDCモータ特有のトルクリプルをインナーモータ比95%低減することで、低振動および静粛性を実現した。

また、フェライトボンドマグネットは1回の成形で磁極が作れるので、焼結磁石を使ったもののように組立などの工数を増加させずに多極化でき、磁束量を増加させ

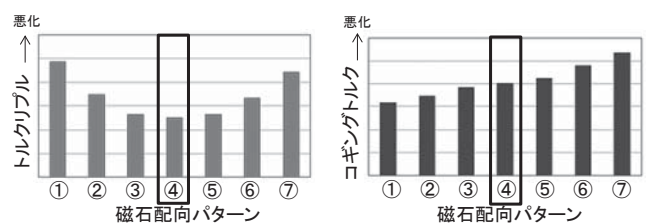


図2 磁石配向パターンとトルクリプル、コギングトルク

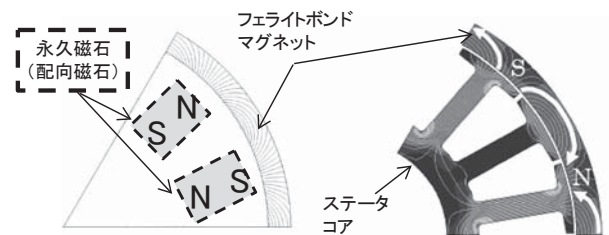


図3 金型内磁気回路(左)とモータ磁気回路(右)

* ダイキン工業㈱
Daikin Industries, Ltd.
原稿受理 2019年2月15日

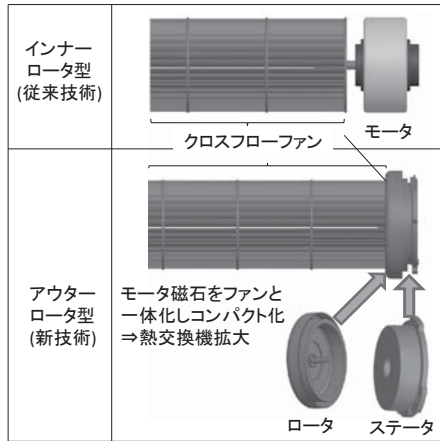


図4 ルームエアコン室内機構造

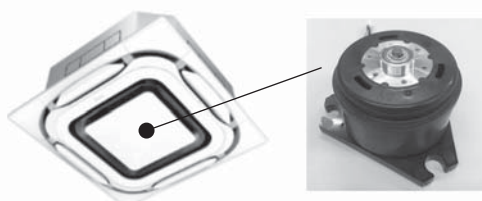


図5 業務用天井埋込形用ファンモータ

て性能アップを図るとともに、性能アップ分を材料費低減に転嫁させることでコストダウンを行った。

2.2 アウターロータ型ファンモータの製品適用

(1) ルームエアコン室内機において、図4で示すクロスフローファンの一部をロータで構成することで、モータの幅でインナーモータ比56%の薄型化を達成し、製品サイズの小型化と熱交換機の拡大(7%アップ)につなげ、モータの効率アップだけでなく室内機として性能を向上した。

クロスフローファン側に回転軸を有しステータ側に樹脂軸受を有する構造とし、クロスフローファンとステータを工具を用いずに着脱することができ、組立やメンテナンス性に優れる。通常モータには玉軸受が使用されるが、樹脂軸受を使用することで玉軸受特有の転送音を無くし快適性を向上し、高い信頼性も実現している。

(2) 図5の業務用天井埋込形において、アウターロータ化による効率アップと合わせて、ファンとモータ特性の最適化を行い、モータ効率が高い領域を負荷点とすることで、消費電力を他社比10%低減した。

アウターロータ型モータは発熱源がロータの内側に存在するため、熱が籠りやすい。図6, 7に示すファンのエンドプレートの天井側、吸込口側の圧力差を利用し、モータ内部の発熱部に効果的に空気を流す冷却構造を考案し、大型化やヒートシンクを設置せずに高出力を実現した。

(3) 図8のルームエアコン室外機において、フェライトボンドマグネットの着磁波形を極異方化し最適化する

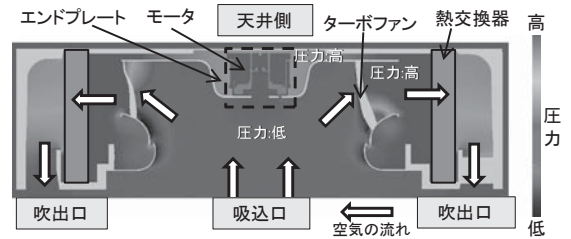


図6 室内機内部の圧力分布

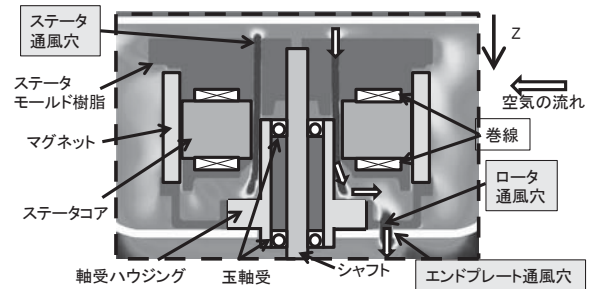


図7 モータ内部の流速(Z方向)

ことでトルクリプルを低減し、従来の防振ロータ構造に対し防振ゴム構造無しで音・振動を抑えた。

ステータコアを分割化、ボビン巻の巻線を整列化し占積率を向上し、さらに、スロット数・極数の最適化を行い、従来の同出力インナーモータに対し、コア積厚31%低減を実現した。

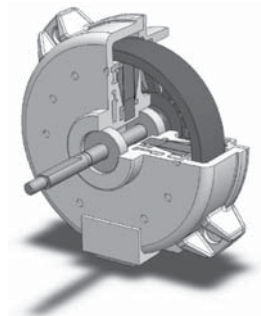


図8 ルームエアコン室外機用ファンモータ

図9に示すように、一般に軸受支持部品は鉄板絞りの別部品で構成するが、樹脂モールドの成形技術が高めることで不要とし、構成部品を減らし同軸度を向上することで信頼性を高めた。

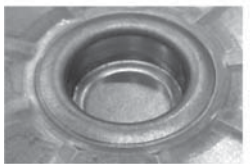

	インナーロータ型モータ(従来)	アウターロータ型モータ(今回開発)
材料	鉄板(絞り部品)	樹脂
軸受支持構造		

図9 軸受支持構造

3. おわりに

アウターロータ型ファンモータの特徴と導入技術、適用機種について紹介した。今後、新興国へのグローバル展開として高効率で低コストを実現したアウターロータ型ファンモータの開発を進め、省エネ性の高いインバータ空調機の普及を進め地球環境改善に取り組んでいきたい。