

【経済産業大臣賞】

低発熱高効率ステッピングモーターユニット (AR シリーズ)

オリエンタルモーター株式会社

東京都台東区

1. 機器の概要

ステッピングモーターは、オープンループで回転角度と回転速度を正確に制御できるモーターで、半導体製造装置や医療分析器などの産業分野で幅広く使用されている。近年は装置のタクトタイムを改善するため、高速運転や連続運転の要望が高まってきた。この要望に応えるため開発された製品が低発熱高効率ステッピングモーターユニット「AR シリーズ」(図1)である。

モーターおよびドライバの改良により、消費電力は最大で 100W 減少し、効率は 26% 向上した。モーターの損失を大幅に低減させることで、従来では不可能であったステッピングモーターの連続運転を可能とした。

AR シリーズは、取付角が□42mm～□85mm、励磁最大トルクが 0.3～4N・m までの標準モーターに加え、ギヤードタイプや電磁ブレーキ付タイプなど豊富なバリエーションを用意しており、幅広い装置に対応できる。

また、UL/CSA 規格、CE マーキングへの対応および EU の RoHS 指令の特定有害物質使用制限への対応など、安全性や環境へも配慮している。



図1 低発熱高効率ステッピング
モーターユニット (AR シリーズ)

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

ステッピングモーターは低速での使用が多いため、これまでは高トルク化に関する研究開発が多かった。また、その動作原理から極数が多く、損失が大きいモーターと認知されており、損失低減に関する研究開発は少なかった。

ステッピングモーターが高速回転するときの損失の大部分は鉄損であり、その低減が重要課題であった。AR シリーズは鉄損に着目し、以下の研究開発を行った。

(1) 電磁鋼板材質の最適化による損失低減

鉄損が発生する部分は、ステータとロータであり、ステータとロータは電磁鋼板を積層することで製造される。鉄損値が小さい材料を使用すれば鉄損を小さくすることは良く知られているが、鉄損値が小さい材料は飽和磁束密度が小さく、モーターに使用した場合、トルクが小さくなる傾向がある。鉄損とトルクはトレードオフの関係があるので、必要トルクを確保できる範囲で鉄損を最小化する設計を行った。

(2) 電磁鋼板の締結方法による損失低減

電磁鋼板は渦電流損低減のため表面が絶縁コーティングされているが、打ち抜き加工で積層締結するため、締結部では部分的に導通状態になっている。締結方法を検討し、影響が極力小さくなる締結方法を採用した。

また、本製品では、ドライバ部の改良として、電磁波ノイズを低減できるスイッチングシーケンスを考案した。これにより、スイッチングスピードの高速化によるスイッチング損失低減と電磁波ノイズの低減を同時に達成し、ドライバ部の損失低減も実現している。

2.2 効果

(1) 省エネ性

AR69AA-1 (取付角寸法 60mm—全長 90mm、単相 100V 入力タイプ) を例として、出力が同等である従来製品に対する入力と効率の改善量を示す。なお、ステッ

ピングモーターは安全率を考慮して、出力可能なトルクの50%で使用することが多いため、50%負荷時の条件で算出した。図2に入力の比較、図3に効率の比較を示す。入力、全速度領域で減少しており、最大で100W減少している。効率は、全速度領域で向上しており最大で26%向上している。

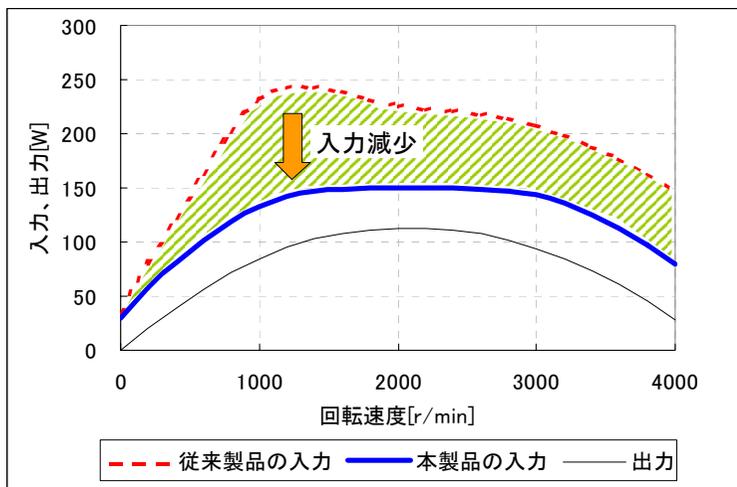


図2 負荷率50%時の入力

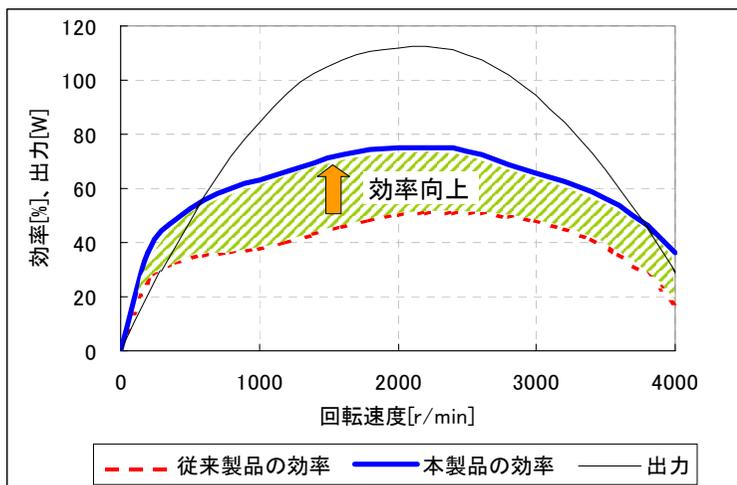


図3 負荷率50%時の効率

(2) 経済性

本製品を採用した場合の経済性について、当社従来製品との比較を表1に示す。損失を消費電力として実運転条件での消費電力量を算出した。消費電力量を年間あたりの電気料金とCO₂排出量に換算すると、削減量はそれぞれ8,970円と249kgとなる。本製品の導入により、電気料金とCO₂排出量を大幅に削減できる。なお、表1の経済性は「半導体製造装置とユーティリティーのエネルギー算出ガイドライン」を参照し、以下の使用条件で計算した。

- ・ 運転条件：回転速度 1000r/min、負荷率 50%
- ・ 使用時間：24 時間運転（運転 70%、待機 25%、停止 5%）、365 日/年

表 1 経済性の比較（電力損失の換算）

	従来製品	本製品	比較
運転時消費電力 [W]	146	49	98W、66%減
待機時消費電力 [W]	8.9	7.5	1.4W、16%減
消費電力量 [kWh/年]	915	317	598kWh/年、65%減
消費電力量の電気料金換算値 (15 円/kWh で計算) [円/年]	13,725	4,755	8,970 円/年、65%減
消費電力量のCO ₂ 換算値 (0.416kg/kWhで計算) [kg/年]	381	132	249kg/年、65%減

(3) その他

モーターの寿命は温度に依存するため(10℃半減則)、損失が減少することで低発熱となり寿命が延び、保守交換作業が少なくなり、保守性は改善される。また、従来製品は、発熱が大きいため、冷却時間を設け、許容温度を超えないように間欠運転を行っている。本製品は連続運転が可能であるため、冷却のための停止時間は必要ないので、装置の生産能力が向上する。また、ファンによる冷却を行っていた場合には、ファンが不要となる場合もある。

3. 用途

2007年8月の発売以来、約2,500台の販売実績があり、販売台数は増加傾向にある。製本機械、半導体製造装置、物流搬送システム、食品加工機などに採用されており、発熱低減、生産性向上などの効果が報告されている。