

バッテリー冷却用小型ブラシレスブロワモータ

Brushless Blower Motor for Battery Cooling

田中 馨* 川原井 広美* 森 崇徳*

Kaoru Tanaka Hiromi Kawarai Takanori Mori

原 健太郎* 古賀 英雄** 須永 悦正**

Kentaro Hara Hideo Koga Yoshimasa Sunaga

要 旨

近年の自動車市場では環境への関心が高まり、低燃費な HEV が増加している。HEV に搭載されるバッテリーの能力を最大限に引き出すためには温度コントロールが必要である。それを実現するためにブロワモータで送風するバッテリー空調ユニットを開発した。低燃費につながる低消費電力化、車両搭載性確保の為に小型化要求があり、これらに応えるものとして、低消費電力・小型・軽量のブラシレスブロワモータを開発した。

Abstract

In recent years, HEV vehicles have increased with a growing interest in the environment. Since thermal management is important to bring out HEV battery performance, a battery cooling unit with a blower motor has been developed. The blower motor is a compact and lightweight brushless one with low power consumption. This design aims to meet a demand for higher fuel efficiency and easier vehicle installation.

Key Word: Electric equipment, Blower, Brushless Motor, Battery Cooling

1. 新型ブラシレスモータの特徴

1.1. 概要

従来より、EV/HEV 用バッテリー冷却ブロワシステムのモータには、省電力及び車載レイアウト性からブラシレスモータが採用されているが、今回、バッテリー冷却に必要な送風性能出力、車載レイアウト性、車両のモータ駆動走行時に配慮してモータ単体の騒音レベルを低減した、本格的なバッテリー冷却システム専用ブラシレスブロワモータ (Fig. 1) を開発した。Table. 1 に、現行ブラシレスモータと新型ブラシレスモータの比較一覧を示す。



Fig. 1 New brushless motor made by CK

		Current product (for HVAC)	New product (for Battery cooling)
Performance (@12V)	Output power	40 W (Potential of motor : 175 W max)	50 W max
	Efficiency	70 %	75 %
Weight		1,280 g	580 g
Height		129 mm	65 mm
Noise (@1000min-1)		38 dB-A max	34 dB-A max
Driving waveform		Square wave	Sine wave

Table 1. Motor spec

1.2. 新型ブラシレスモータに採用した新技術

- ・低騒音化 : 疑似正弦波制御方式
 - ・薄型・軽量化 : 磁気回路の多極化
 - ・高効率化 : 巻線の整列性を向上させ巻線抵抗を低減出来る、ノズル式巻線を採用
 - ・長寿命化 : 低騒音ボールベアリングの採用
- 以下、その詳細を説明する。

1.3. 低騒音化

モータは磁力と電流で回転力を発生させているが、アマチュアコイルへの通電切替え時に生じる急激な電流の変化が振動や騒音の基となっている。

*電子事業本部 電装設計グループ

**電子事業本部 電子電装・実験グループ

現行ブラシレスモータは駆動制御に矩形波を採用しており、電流の変化が大きく騒音に対して不利であったが、新型ブラシレスモータは Duty 比の粗密によりモータ電流波形を正弦波に近づける疑似正弦波制御を採用 (Fig. 2) することで電流の急激な変化を滑らかにし (Fig. 3), 騒音を低減させている。

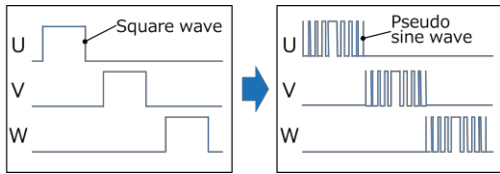


Fig. 2 Driving waveform (Current → New)

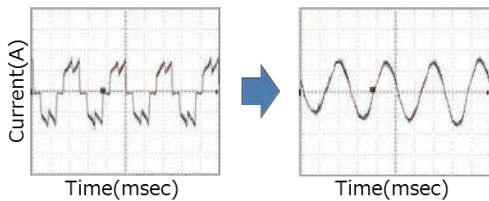


Fig. 3 Current waveform (Current → New)

1.4. 薄型・軽量化

現行ブラシレスモータはマグネット4極とコア6スロットを採用していたが、新型ブラシレスモータはマグネット6極とコア9スロットを採用 (Fig. 4) した。マグネットを4極から6極化してマグネットの有効磁束角度を増やすことで、モータの全長に影響するマグネットの高さを抑えつつ狙いの磁束量を確保出来るようにした。

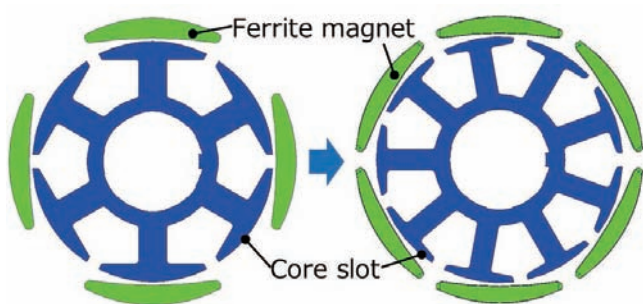


Fig. 4 4-poles 6-slots(Current) → 6-poles 9-slots(New)

1.5. 高効率化

現行ブラシレスモータでは巻線方式を、回転動作するフライヤから供給される巻線を前後運動するガイドで補整しながらスロットに巻き付けるフライヤ式を用いていた。新型ブラシレスモータではスロットの左右運動とノズルの上下運動を組み合わせ、ロスを少なく整列巻き出来るノズル式を採用 (Fig. 5) した。これにより巻太りが減少し (Fig. 6, Fig. 7), アマチュア抵抗が従来比 12% 低減され、モータ動作点効率を 2% 向上する事が出来た。

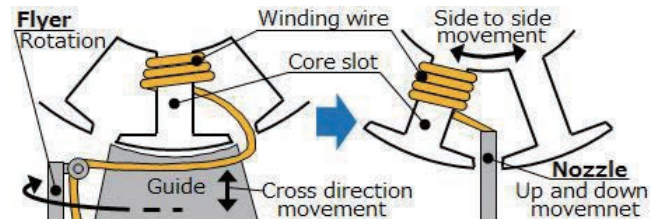


Fig. 5 Manufacturing method (Current → New)

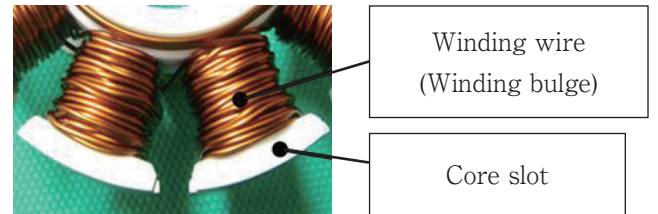


Fig. 6 Flyer type (Current)

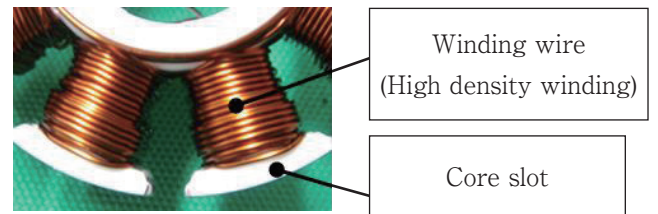


Fig. 7 Nozzle type (New)

1.6. 長寿命化

新型ブラシレスモータはEVにも使われることを想定し、EV (PHEV) の特徴的な使われ方である駐車時のバッテリー冷却時間も考慮し、モータ必要寿命時間を約 2 万 Hr と算出した。従来モータの軸受に使われている焼結金属の信頼性をさらに向上させるため、新型ブラシレスモータの軸受には、ボール保持器の樹脂化などにより低騒音化を実現したボールベアリング (Fig.8) を採用し、低騒音を確保しつつ、耐久寿命時間 2 万 Hr を達成した。



Fig. 8 Low noise ball bearing

2. 市場品との性能比較

2.1. 他社製モータ比較

新型ブラシレスモータは、騒音、高さ、質量、効率、出力において、ベンチマークトップを達成した。他社製ブラシレスモータとの比較を以下 (Fig. 9 ~ Fig.13) に示す。

2.2. 低騒音

疑似正弦波駆動を採用したことにより、現行ブラシレスモータに対し、約 4 dB-A の低騒音化が実現できた。

(C社製は金属カバー構造により低騒音が図られている。)

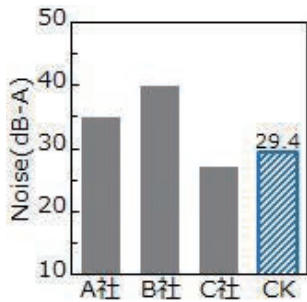


Fig. 9 Noise (@1000min-1)

2.3. 小型・軽量化

マグネット6極、コア9スロット化により現行ブラシレスモータに対し、高さを50%薄型化、重さを54%軽量化。

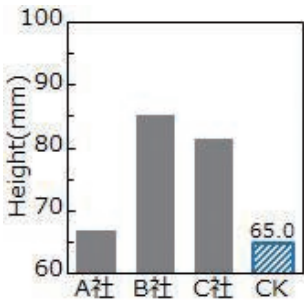


Fig. 10 Height

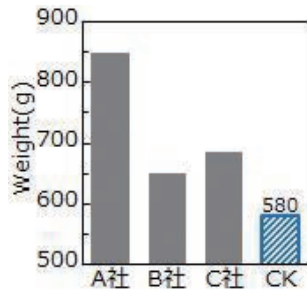


Fig. 11 Weight

2.4. 高効率

ノズル式巻線採用や磁気回路の多極化により、現行ブラシレスモータに対し、効率を5%向上。

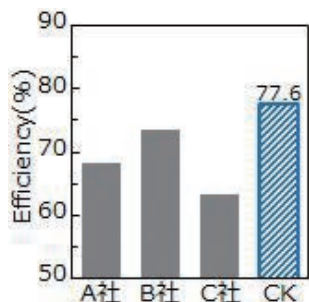


Fig. 12 Efficiency

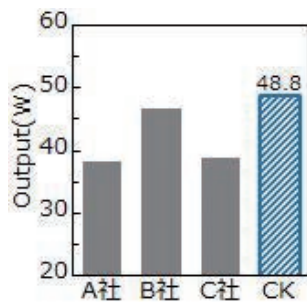


Fig. 13 Output

2.5. 長寿命

軸受を焼結メタルから低騒音ボールベアリングにすることで、目標寿命 2万 Hr を達成。

3. まとめ

バッテリー冷却用ブロワモータにおいて、従来モータより低騒音・軽量・小型・高効率・長寿命なブラシレスモータの開発に成功した。この新型ブラシレスモータを今後のバッテリー冷却ブロワシステムに提案していきたい。

また、低騒音で高効率、長寿命なブラシレスモータは、今後の低燃費・省電力ニーズに伴い需要が高まる事が予想され、今回の開発を通じて得られた技術を生かし、HVAC システム用モータのラインナップも拡充する予定です。



田中 馨



川原井 広美



森 崇徳



原 健太郎



古賀 英雄



須永 悦正