

電動アシスト自転車 PAS 2011 年モデル 「電動モーター」開発

New electric motor developed for 2011 model PAS electrically power assisted bicycles

松井 太憲 永田 俊彦 大谷 寿英 白石 朋成 栗田 洋一

Abstract

In 1993, Yamaha Motor Co., Ltd. released its newly developed PAS bicycle as the world's first "electrically power assisted bicycle," which mounted a battery-powered electric motor to provide a "power assist" in response to the rider's pedaling. Ever since, Yamaha Motor has continued to develop more compact, lightweight PAS drive units, higher-performance batteries and other features to refine and improve the performance of the PAS series bicycles. Meanwhile, factors such as the increasing customer concern for the environment and the health benefits of exercise, as well as liberalization of the laws governing power assist ratios in these products in Japan, the demand for electrically power assisted bicycles has continued to grow steadily, and in 2010 total wholesales of these bicycles in the Japanese market exceeded overall wholesales of motorcycles (excluding imported models) for the first time. In this report we discuss our recent development of a new electric motor for a new PAS drive unit that features increased durability as well as measures to provide quieter performance.



図1 「PAS ナチュラ M デラックス」

1 はじめに

人のこぐ力を「電動モーター」がアシストする自転車として、1993年に世界で初めて電動アシスト自転車PASを開発・発売して以来、ユニットの小型軽量化やバッテリー性能の向上等、熟成を重ねてきた。また、環境・健康意識の高まりやアシスト新基準といった法令改正等が追風となり、電動アシスト自転車市場は堅調に伸長し、2010年の年間国内出荷台数が輸入車を除くバイク全体の同出荷台数を初めて上回った。今回、耐久性を高め静粛性にも優れた新開発のドライブユニットに搭載される「電動モーター」について、紹介する。

2 開発のねらい

今回の新ドライブユニット開発のねらいは、「力強い走行と高効率を継続しつつ、耐久性を高め、静粛性にも優れたものであること。」「小型化・軽量化により、乗り降りしやすい新設計フレームに対応できること。」「お客様の信頼に答え続けるべく、更なる品質の向上を図ること。」の3点である。「電動モーター」もその方針に則り2009年より要素開発に着手、その期待に応えることができた。

図2に、2011年3月10日発売のPAS ナチュラ Mデラックスのフィーチャーマップを示す。

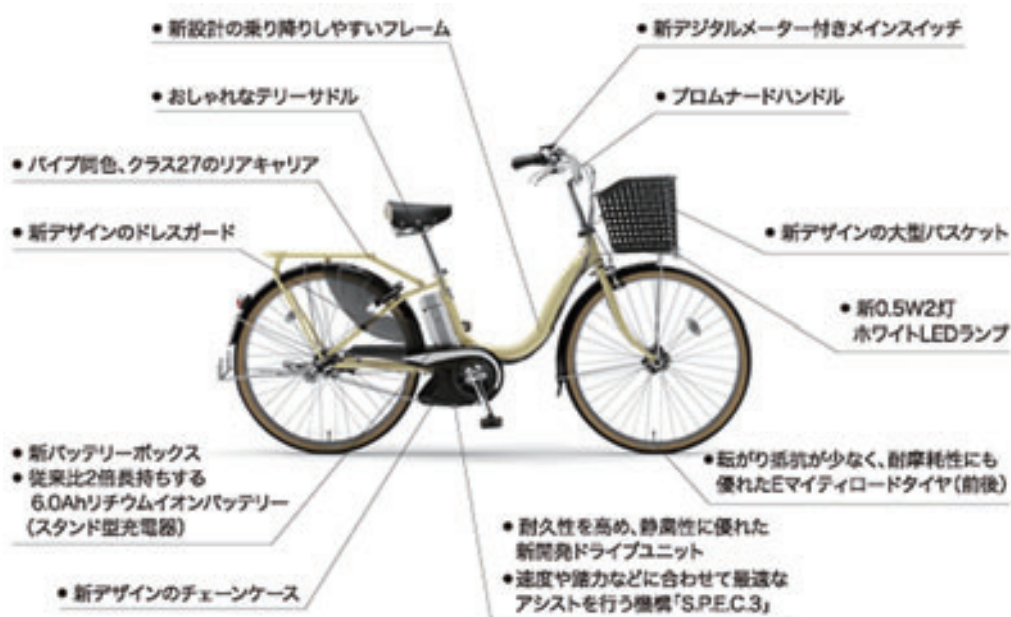


図2 「PAS ナチュラ M デラックス」フィーチャーマップ

3 製品の特徴

3-1. 仕様概要

従来の「電動モーター」は2003年からドライブユニットと同じ樹脂モールド構造であった。新開発の「電動モーター」は図3のように、ドライブユニットが樹脂材料からアルミハウジングへと変更されることに伴い、モーター外部のケース部分をアルミハウジングに内蔵することとし軽量化を実現した。しかし、ドライブユニット内の空間が増えることで騒音が増大するという新たな問題が発生した。この課題に対しては、回転体のロータの電磁構成を見直すことで対応した。図4は、新型電動モーターの概略構成図である。

また、量産段階での更なる生産性向上の為、サイクルタイムの短縮・平滑化を狙った構造工法の採用も行っている。



図3 ドライブユニット外観

3-2. 静粛性効果と音質改善

瞬時的な外部衝撃とモーター巻線時の強度に耐えうるステータ構造を確保しつつ、ストレスメンバーとなるアルミカバーの取り付けネジ数の最小化を実現した。更にロータ外形と永久磁石の配置を変更することで、図5のように従来モデルに比べ、モーター単品で騒音を低減することができた。

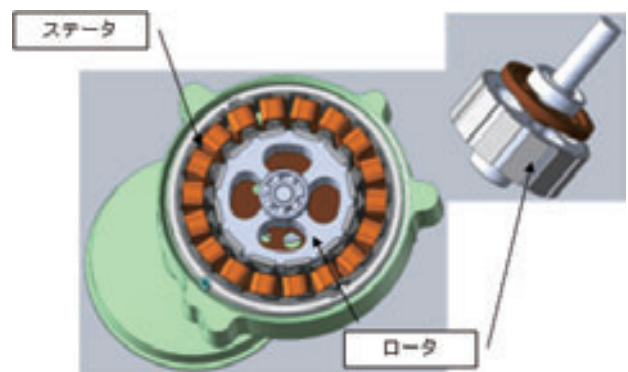


図4 アルミカバーを外した電動モータ構成図

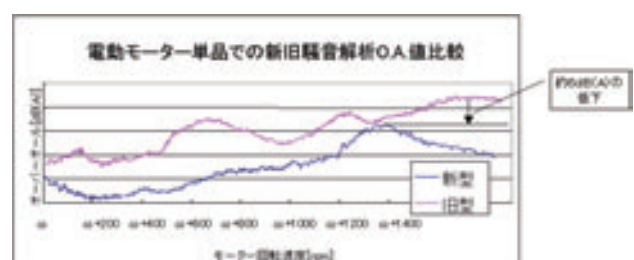


図5 新旧騒音解析結果図

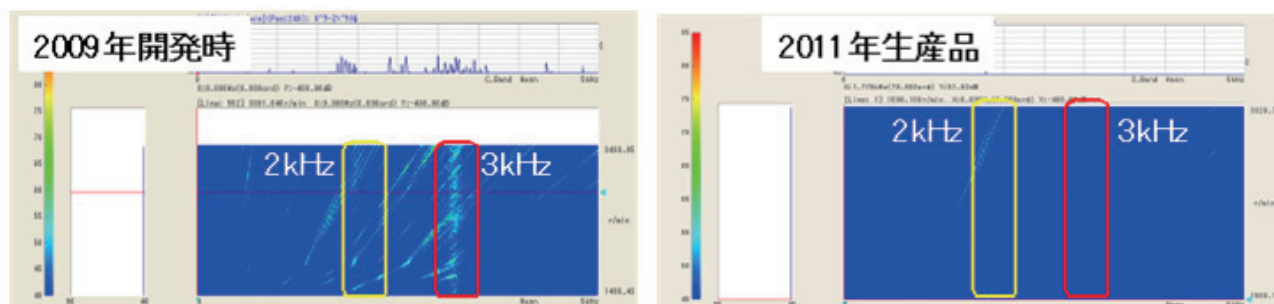


図6 音質改善結果

更に音質についても、2009年の開発着手時から課題としてとらえ、ヤマハ発動機(株)PAS開発部(以降PAS開発部)と共同で可聴域の音域改善を織込むことができた(図6)。

3-3. 新規構造・工法開発

従来モデルでは、別体の「電動モーター」をドライブユニットに固定する際、防水性確保のため、接着剤を用いてシールしており、その塗布作業等が生産性向上の阻害要因のひとつになっていた。今後の需要拡大を想定し、PAS開発部と共同でこの課題に取り組んだ。ここではシステムから求められるモーター強度を数値化することで、アルミカバー等の各構成部品の構造や磁極位置検出のエンコーダ基板の固定等(図7)に見られるような工法の開発に繋げる事ができた。

4 品質への取り組み

FMEA(Failure Mode and Effect Analysis:故障モード影響解析)を、仕様・工程設計段階から徹底的に実施することで開発品質を確保した。基本の信頼性評価は、2003年からの要求品質から現在のレベルを展開し、新たに判った課題に対しては、新規に評価方法と目標値を設定し、デザインレビュー毎に達成度をチェックしながら進めた。

特に、新規ドライブユニットの構造上、ヤマハモーターエレクトロニクス、PAS開発部との共同開発として展開したが、開

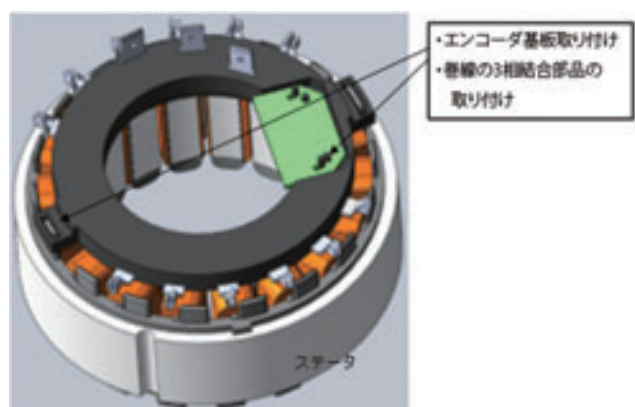


図7 電動モーターのステータ新構造

5 おわりに

今回のPASドライブユニット用電動モーター開発の結果、従来モデルに比べ幅広いアシスト力に対応できる潜在能力をもった製品に仕上がったと確信している。

また、多数の若手技術者が、取引先・関連部署とのコンカレントな開発プロセスを体験できたことは、技術者育成の面からも有意義であった。今後も競争がいつそう厳しくなると予測される電動アシスト自転車市場の中で、その経験を活かし、顧客満足度の高い製品開発にチャレンジしていきたい。

■著者



松井 太憲
Taiken Matsui
ヤマハモーター
エレクトロニクス株式会社
技術部



永田 俊彦
Toshihiko Nagata
ヤマハモーター
エレクトロニクス株式会社
技術部



大谷 寿英
Toshihide Ootani
ヤマハモーター
エレクトロニクス株式会社
技術部



白石 朋成
Tomonari Shiraishi
ヤマハモーター
エレクトロニクス株式会社
技術部



栗田 洋一
Yoshikazu Kurita
ヤマハモーター
エレクトロニクス株式会社
生産技術部