

次世代電制ウエストゲートアクチュエータ

山岡邦宏*
内田 毅*

Next Generation Electric Waste Gate Actuator

Kunihiro Yamaoka, Tsuyoshi Uchida

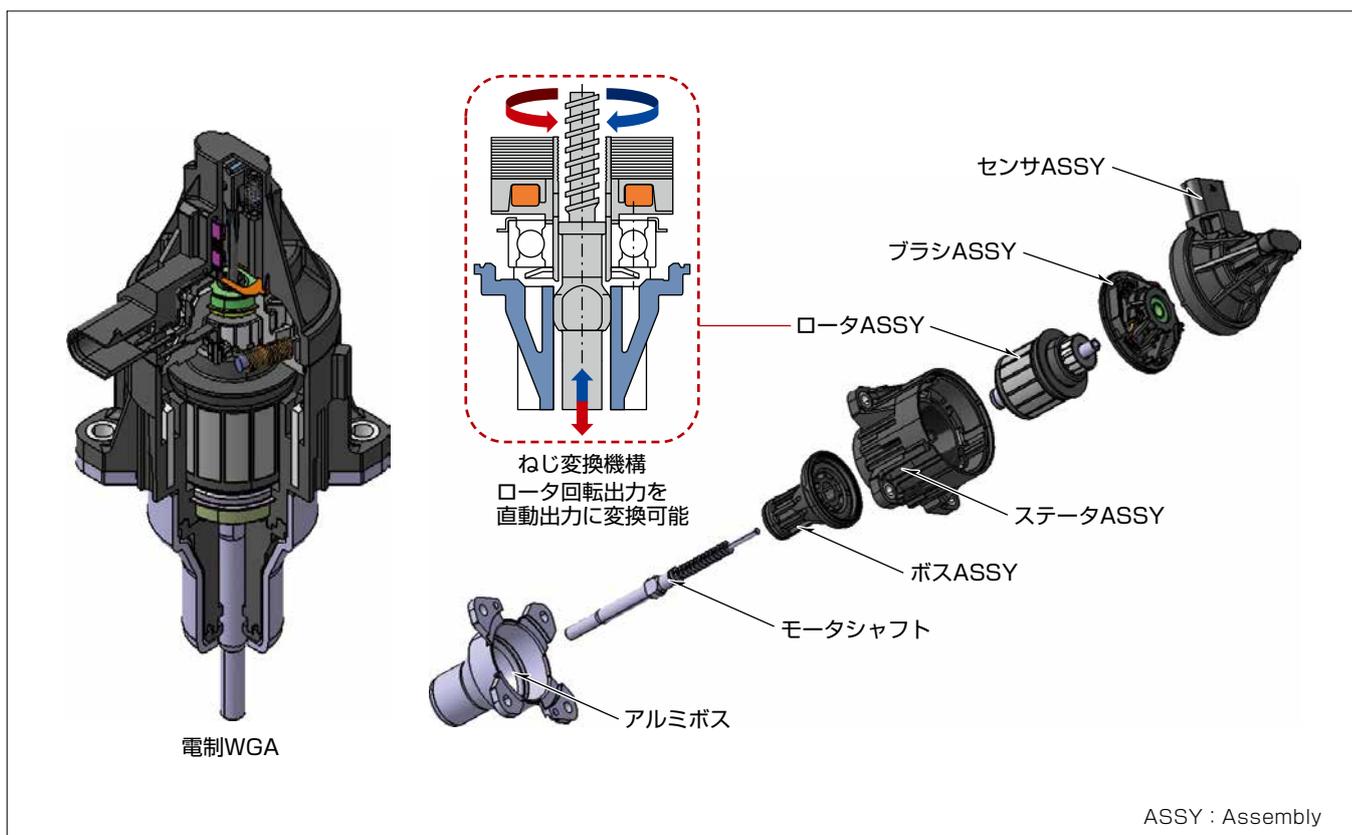
要 旨

近年、自動車の燃費向上や排出ガス規制が世界的に強化されるのに伴い、ガソリン車ではエンジンの小型化と過給システムの採用が拡大傾向にある。エンジンの小型化は、排気量や気筒数を減らして燃費を抑えることができる一方、エンジン出力が低下するデメリットがある。このエンジン出力の低下は、ターボチャージャー等による過給システムを採用することで補うことができる⁽¹⁾。

ターボチャージャー等の過給システムには、排気ガスの一部をタービンに取り付けられたウエストゲートバルブで調整する機構が設けられており、バルブ開度を調整する機

能をウエストゲートアクチュエータ(WGA)が担っている。タービンの回転数を調整して安定した過給圧を得るためにバルブ開度の高精度な制御がWGAに要求される。WGAを空圧式から電制化することで、過給圧制御の自由度と過給レスポンスを高めることができる。

三菱電機では、回転出力を直動出力に変換できる内包ねじ機構を備え、モータシャフトの位置を検出するセンサ部からステータコア(鉄心)を除去した小型DC(Direct Current)モータで構成した高精度な制御、高い応答性能、かつ高耐熱性を備えた次世代の3.6G電制WGAを開発した。



3.6G電制WGA

3.6G電制WGAのモータ構成を示す。ロータASSYに内包ねじ機構を設けており、通電によって得られる回転出力を直動出力に変換できる。巻線方式を分布巻で構成することでノイズ発生を抑え、従来機種に構成していたノイズ除去回路を取り除き、耐熱性を向上。また、直動するモータシャフトの位置を検出するセンサ部からステータコア(鉄心)を除去したセンサ構造によって小型化を実現した。

*三田製作所

1. ま え が き

近年、自動車の燃費向上、排出ガス規制が世界的に強化されるのに伴い、ガソリン車ではエンジンの小型化と過給システムの採用が拡大傾向にある。エンジンの小型化は、排気量や気筒数を減らして燃費を抑えることができる一方、エンジン出力が低下してしまうデメリットがあるが、ターボチャージャー等による過給システムを採用することで、エンジン出力の低下を補うことができる。ターボチャージャーは、エンジンからの排気ガスでタービンを回して同軸上に構成されたコンプレッサを回転させ、エンジンへの吸入空気を過給することで出力を増加させることが可能である。

エンジンへの吸入量はタービンに取り付けられたウエストゲートバルブで調整され、このバルブ開度を調整する機能をWGAが担っている。安定した過給圧を得るためにバルブを高精度で制御することや、エンジンルーム狭小化に伴う小型化とともにエンジン、タービンといった発熱源からの耐熱性の向上が課題となっている。当社ではバルブ動作の高精度制御や高い信頼性を確保するため、センサ性能や耐熱性を向上させることができるWGAの開発を進めてきた。

本稿では、当社が開発した次世代の3.6G電制WGAについて述べる。

2. 3.6G電制WGAの開発

2.1 小型・高精度化

従来の3.5G電制WGAではモータシャフト位置検出方法としてセンサ部に1軸リニアセンサを使用していた。1軸リニアセンサは1軸(Z)方向に収束させた磁束密度をセンサが検知する仕組みであり、磁路形成のためにステータコアを配置し、かつモータシャフトのストローク分を網羅できる長さが必要であったことからセンサ部の全長が長くなってしまった問題があった(図1(a))。

3.6G電制WGAでは3軸角度センサを採用し、2軸(X, Z)の磁束密度を合成ベクトルとして角度換算してモータシャフトの位置を検出できることから、磁路形成用のステータコアなしでセンサ構成を実現した(図1(b))。ステータコアを除去できたことで、WGAの全長を3.5G電制WGAに対し約10mm短縮できた(図2)。またこのセンサはマグネットの熱減磁による磁力変化の影響を受けない検出構造となっている。これによってモータシャフトのストロークに対するセンサ出力位置精度(センサリニアリティ)を高温域で確保できた。3.5G電制WGAとのセンサ部の構造比較を図3に示す。

2.2 高耐熱化

WGAは高温のタービンに近接しているため耐熱性が

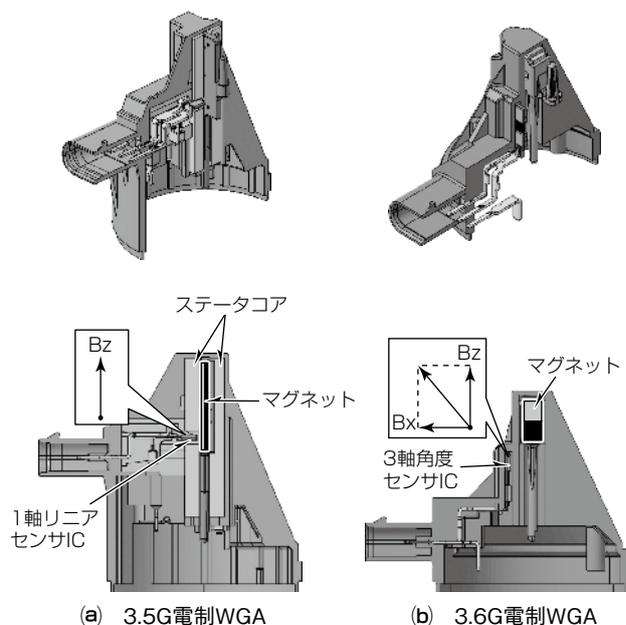


図1. 電制WGAのセンサ比較

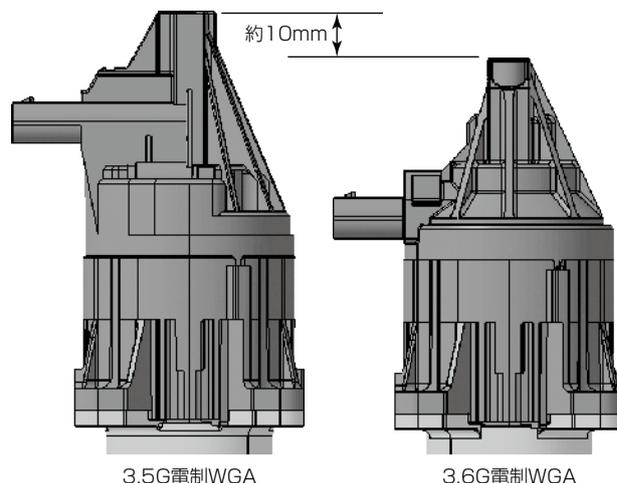


図2. 全長の比較

要求される。3.5G電制WGAはロータASSYにコンデンサと抵抗が実装されたノイズ除去回路を搭載しているため、WGA動作時のコイル部の自己発熱を考慮すると、使用雰囲気温度は140℃が限界であった。ノイズ除去回路はロータASSY部のブラシとコンミテータの通電切替え時に発生する火花を抑制するためのものであるが、実装されている素子の使用可能温度範囲によって使用環境温度が制限されてしまうという問題がある。また、エンジンの小型化によってエンジンルームが狭小化し、高温になることからWGAの耐熱性を更に向上させる必要があった。

そこで、3.6G電制WGAでは3.5G電制WGAで採用している巻線方式である集中巻に対し、ノイズ低減効果のある分布巻を採用した(図4)。その結果、ロータASSYに搭載していたノイズ除去回路が不要になり、使用雰囲気温度を160℃まで引き上げることができた(図5)。

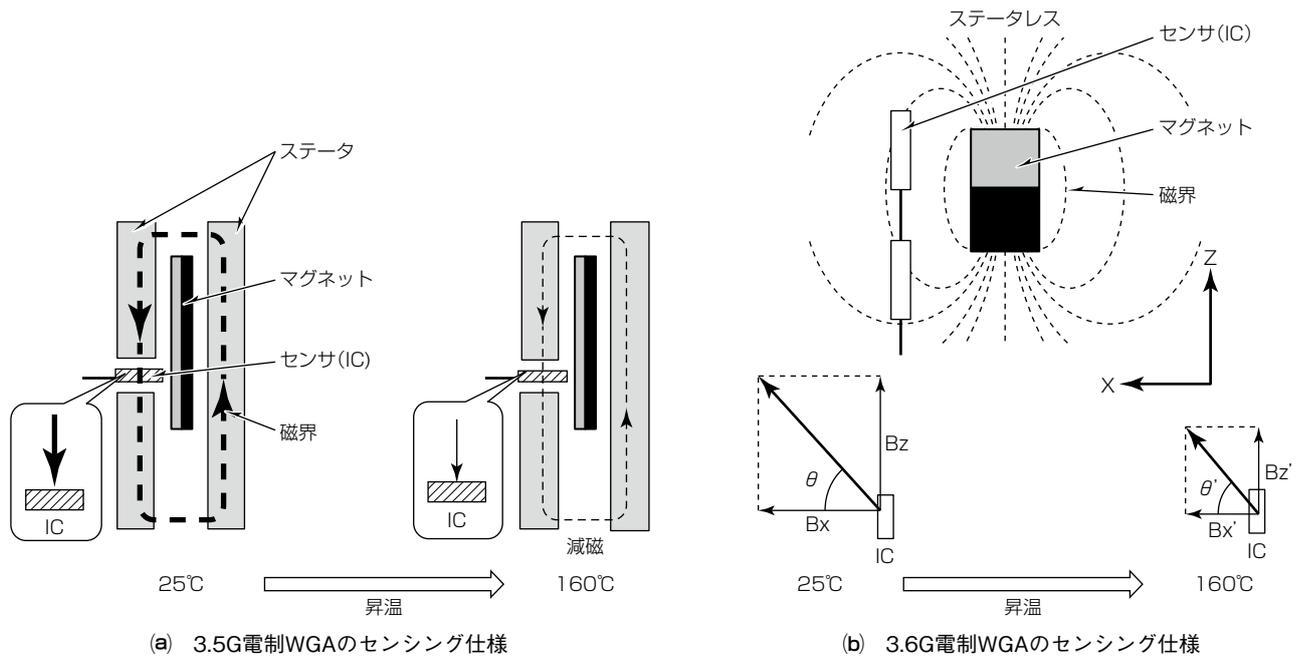


図3. センサ部の構造比較

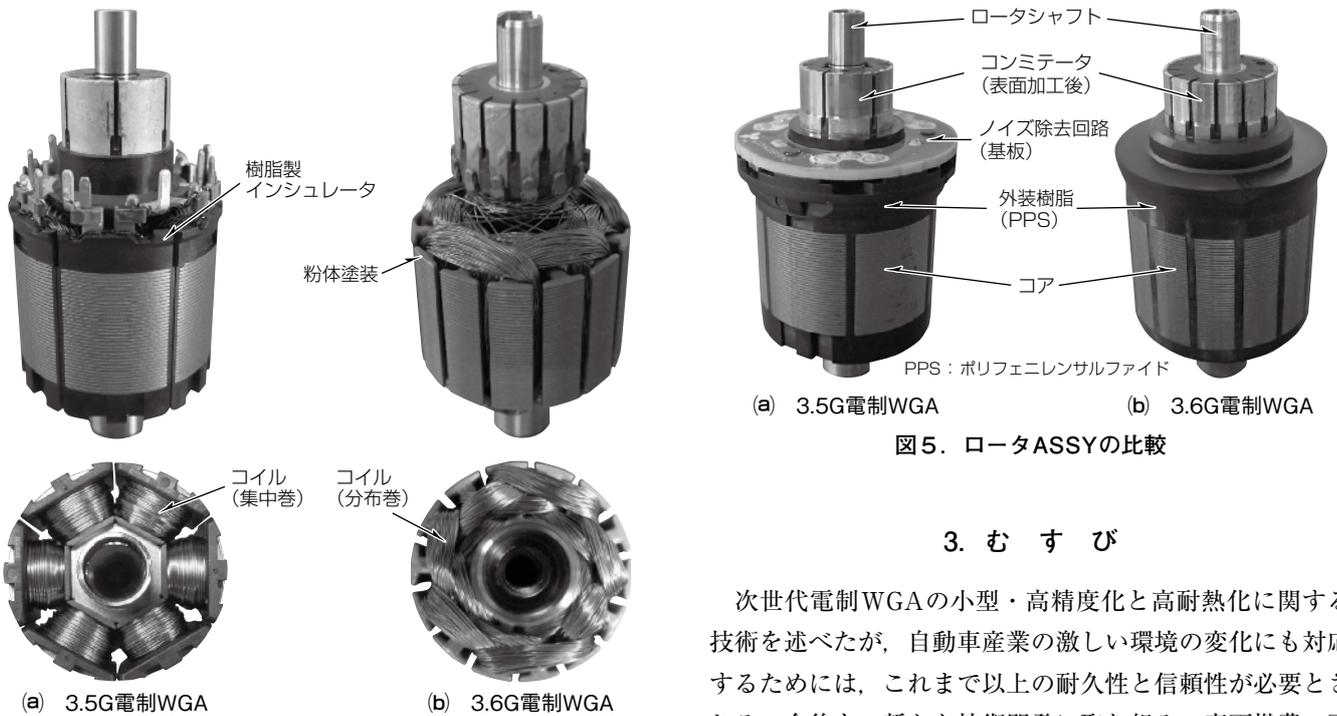


図4. 巻線方式の比較

また3.5G電制WGAと同様にWGA先端のボス部分は高温のタービンに近接しているため、この部分をアルミ部材で構成し、アルミボスを介してコンプレッサハウジング側に放熱する機能を備えている。

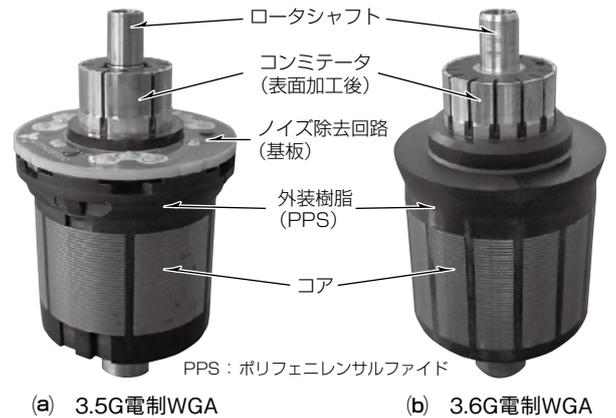


図5. ロータASSYの比較

3. む す び

次世代電制WGAの小型・高精度化と高耐熱化に関する技術を述べたが、自動車産業の激しい環境の変化にも対応するためには、これまで以上の耐久性と信頼性が必要とされる。今後も、新たな技術開発に取り組み、車両燃費の更なる向上を実現し、省エネルギー化への貢献を目指していく。

参 考 文 献

- (1) 土井弘文, ほか: 駆動回路一体型電制ターボアクチュエータ, 三菱電機技報, **84**, No.9, 519~522 (2010)