

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Components

Vol. **30** B4
January/2016

機能部品事業

■ 新商品・適用事例紹介

「PHEV用クラッチ制御油圧モジュール」
Hydraulic Module for Clutch Control of PHEV

〈キーワード〉 油圧モジュール・動力切換・クラッチ・エンジン
モーター・アウトランダー PHEV
パラレル走行・シリーズ走行・ハイブリッド
リニアソレノイド

カーハイドロリクス事業部／技術部バルブ課
吉井 一博 Kazuhiro Yoshii

要 旨

自動車において、エンジンとモーターの組み合わせで効率的に走行するハイブリッド技術の進化は目覚ましい。多様な方式がある中で、電気自動車(EV)でありながら、発電しながらモーターで走行するシリーズ方式に加え、必要時に応じてエンジン動力に切り替えてパラレル走行モードを可能とするNACHIのクラッチ制御用油圧モジュールを紹介する。

Abstract

In the automobile industry, the hybrid technology utilizes combination of an engine and a motor for efficient drivability and has been advancing remarkably. Among various methods of powering a vehicle, an electric vehicle (EV) using a series method is powered by a motor while it is generating electric power. NACHI introduces a hydraulic module for clutch control that enables a parallel drive mode by switching power from motor to engine or vice versa when it is necessary.

1. PHEVの走行と NACHI油圧モジュール

電気自動車(EV)として走行中に排気ガスを出さずに低コストで走れる利点に対し、航続距離に不足を感じる欠点を解決した三菱自動車のアウトランダー^{※1} PHEV。(図1) 近距離なら電気自動車として高い経済性を確保し、長距離ドライブ時はハイブリッド車となる。このハイブリッド走行に貢献しているのがNACHIのクラッチ制御用油圧モジュール(以下、油圧モジュール)である。



図1 三菱自動車 アウトランダー PHEV

車両の走行パターンを図2、エネルギーフローを図3に示す。油圧モジュールは、ハイブリッド走行におけるパラレル走行モードを行なう時に機能する。発電しながらモーターで走行するシリーズ走行モードに対し、パラレル走行モードはエンジンで走って、モーターがアシストする走行モードである。モーター効率が悪い部分をエンジンの効率が良い部分で走行し、例えば、高速走行を続ける時やパワーを必要とする時に自動的に選択される。それと同時に必要に応じて充電することも可能である。

油圧モジュールは、パラレル走行モード時に、発電用であったエンジン動力をタイヤの回転軸に伝えるための油圧クラッチに油圧力を瞬時に出力する。

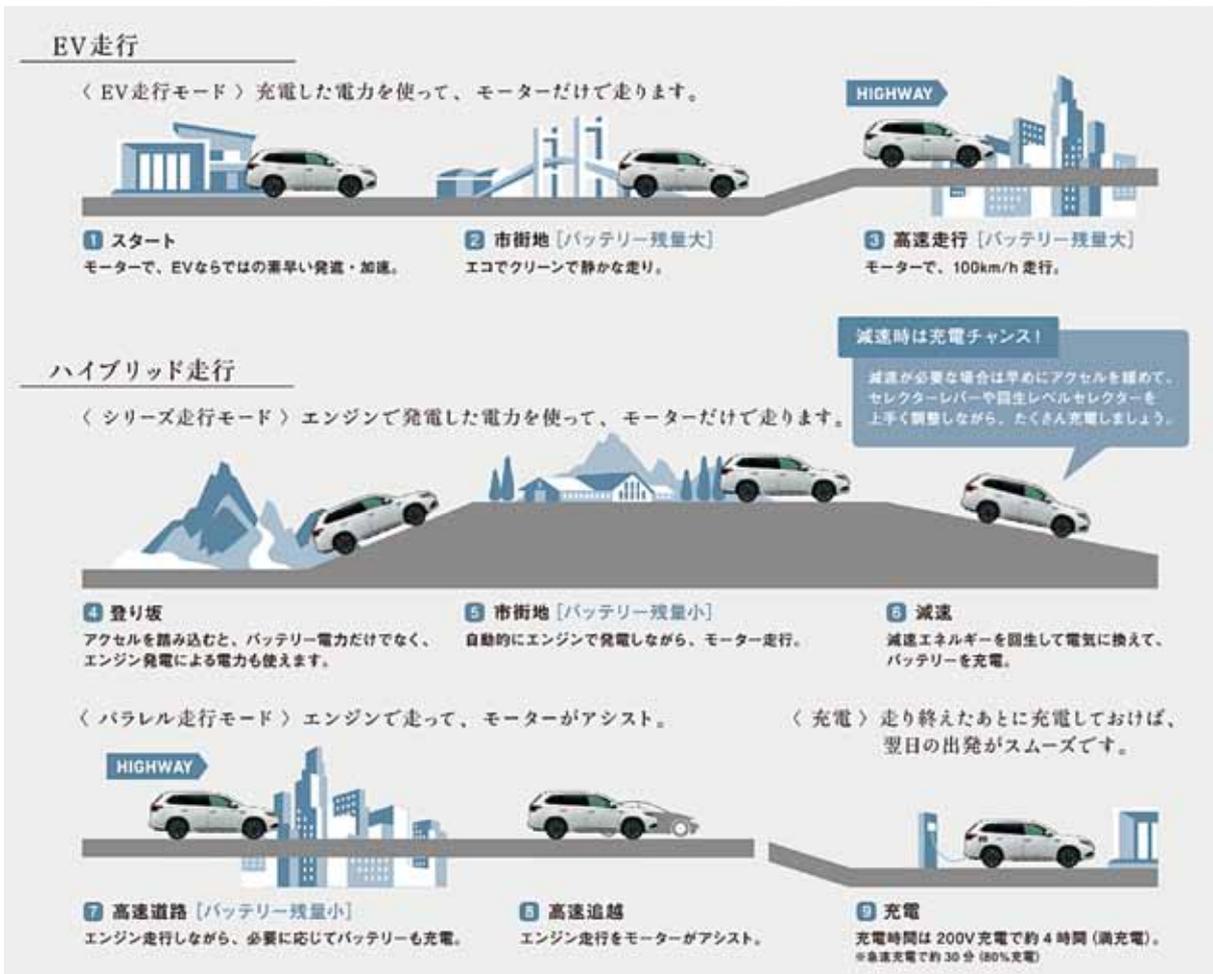


図2 PHEV 走行パターン

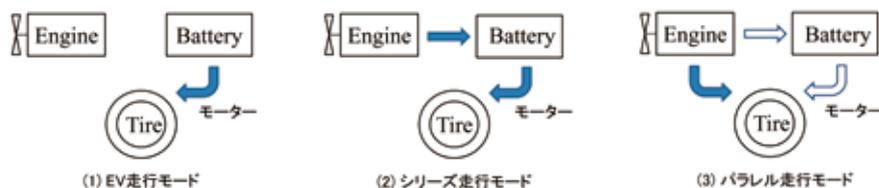


図3 エネルギーフロー図

2. 油圧モジュールの機能と特長

油圧モジュールは、図4に示すトランスアクスルに取り付けられる。図5には油圧モジュールを含むトランスアクスルの断面図を示す。このトランスアクスルには、エンジンとエンジン動力を電気に変換するジェネレーターと、発電と走行駆動兼用のモーターと、タイヤの回転軸となるドライブシャフトが取り付けられ、それらの動力を増速、減速して伝達をするギヤとクラッチがケースの中に組み込まれている。

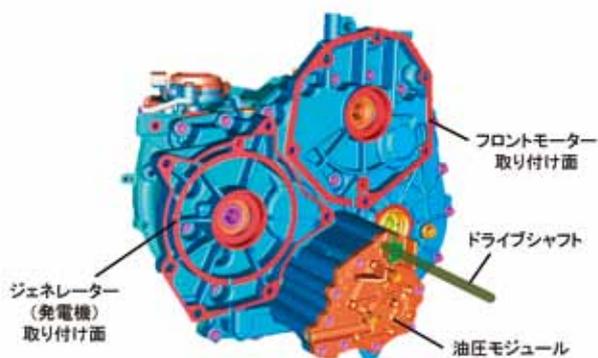


図4 トランスアクスルと油圧モジュール

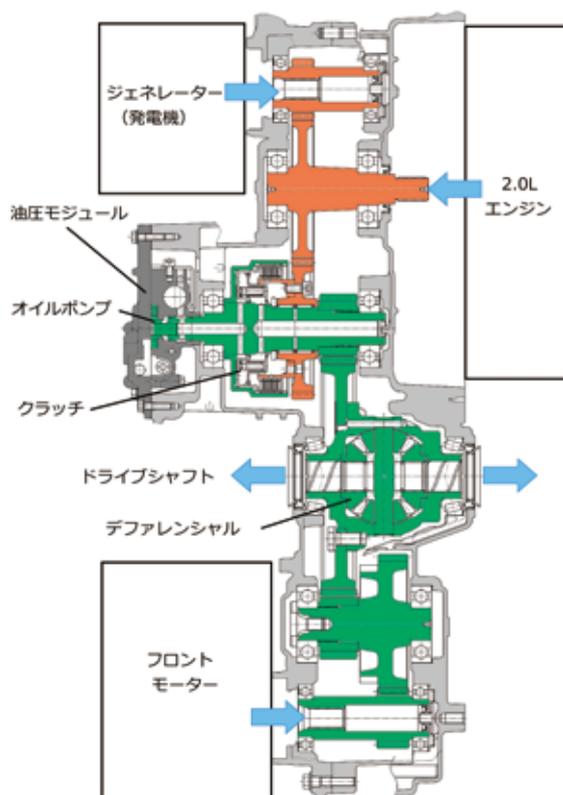


図5 トランスアクスル断面図

油圧モジュールは、図6に示すような外観で、モーターとジェネレーターとドライブシャフトに囲まれた狭い空間に設置するため、油圧回路レイアウトについてはGKNドライブラインジャパンにより基本設計がなされ、NACHIにて油圧回路の取り回し検討を実施した。

要求機能は、制約ある小さなレイアウトで、タイヤの回転軸に同期する入力軸の回転で油圧を発生し、後退時の逆回転を許容し、素早いクラッチ作動を得る流量を小さな動力で確保し、安定したクラッチ制御を行ない、低温などでの一時的な高压発生時でも機能安全を確保することである。

油圧モジュールの構成要素は、図7に示すような、アルミダイカストの2つのボディ(カバーとハウジング)と、ハウジングにはオイルポンプと調圧バルブとNACHI製のリニアソレノイドバルブとリリーフバルブ(安全弁)とワンウェイバルブが組み込まれて構成されている。



図6 油圧モジュール外観

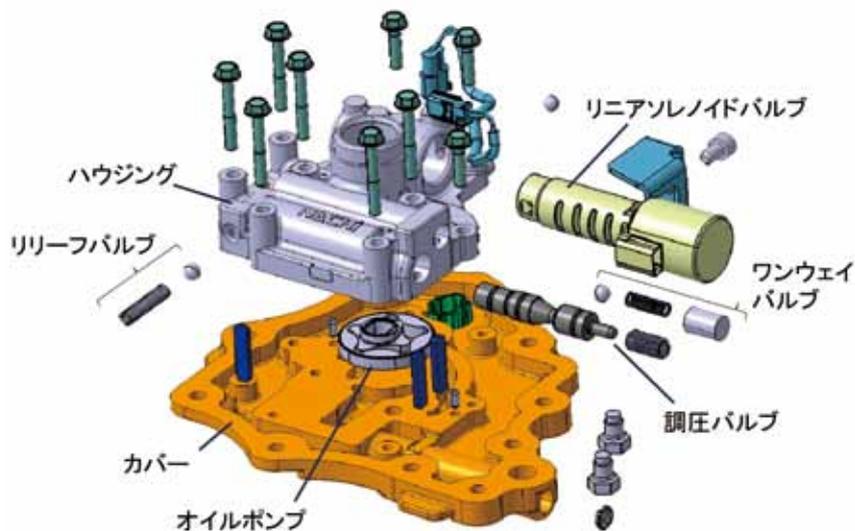


図7 油圧モジュールの構成

1) オイルポンプと 関連回路の特長

オイルポンプは内接歯車ポンプの少ない歯数タイプを選定することで小型化に貢献している。その反面、歯数が少ないことは1歯当たりの吐出量が多いため、1回転における圧力の振幅が大きく、すなわち、油圧脈動が大きくなりやすい欠点がある。これを解決するため、調圧バルブにて調圧後の油を吸入回路に戻す部分に特長ある段付き形状を採用し、さらには調圧バルブのフィードバック回路で油圧脈動を減衰させるための図8に示す多段の溝型オリフィス構造を採用した。これにより図9(改善前)、図10(改善後)に示すようなライン圧脈動の低減効果を得ている。

また、オイルポンプを回転させる入力軸を支持するブッシュなどをハウジングに設けず、オイルポンプ自身が調心できるよう図11に示すインナーローターに回転を支持するボス部を設けた形状を採用した。これにより軸振れを回避して騒音が小さくなり、入力軸と係合される際に組み立てやすくなり、部品点数を減らしてコストを抑えることが可能となる。

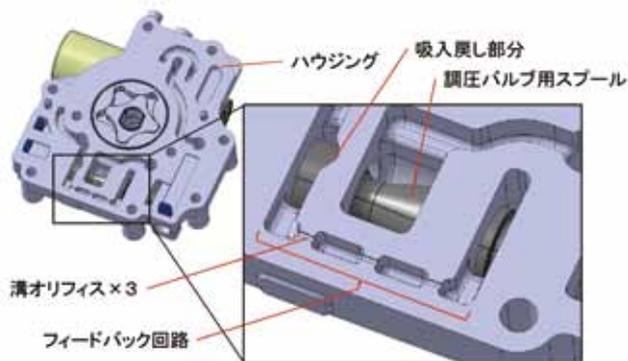


図8 ハウジングのフィードバック回路

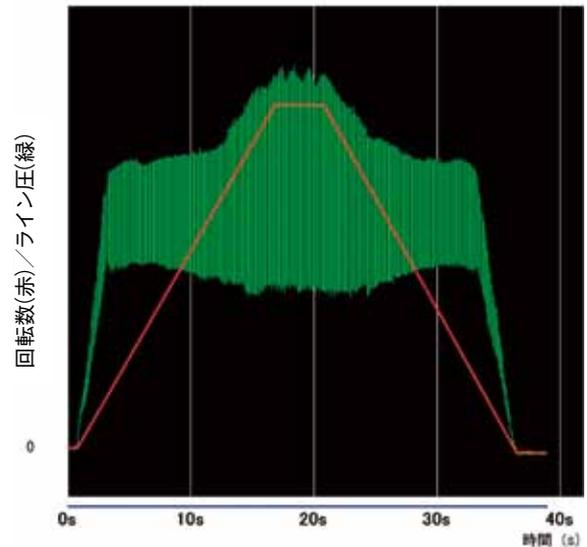


図9 ライン圧脈動(改善前)

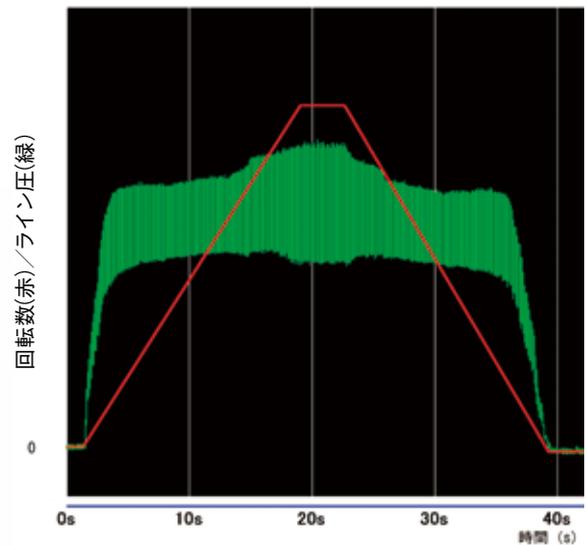


図10 ライン圧脈動(改善後)

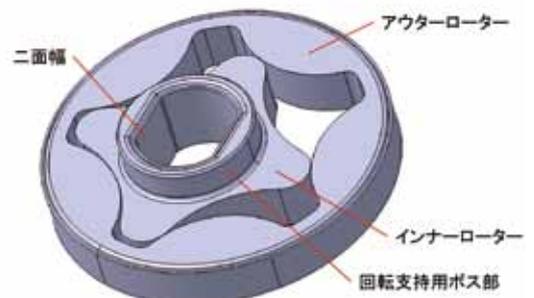


図11 オイルポンプ(内接歯車ポンプ)

2) 逆回転に対応するワンウェイバルブ

オイルポンプは、一般的にはエンジンの回転軸で駆動力を得るが、当該車両ではタイヤの回転軸に係合された軸によって駆動する。このため、車が後退するときには逆回転となるため、出力側＝クラッチから油を吸引することになり、エア吸いによって性能に悪影響が生じる。これを解決する手段として図7に示したようにワンウェイバルブを、制約あるレイアウトに効率的に備えた。これにより車両の後退時でも油圧モジュール内に逆回転によるエア混入がなく、また、逆流により吸入回路に圧力が発生することを回避できる。

3) 動力切換クラッチを制御する高精度なりニアソレノイドバルブ

油圧モジュールが作り出した一定圧の油圧は、車両からの信号がリニアソレノイドバルブに入ると、指定電流にあわせ開弁動作を即座に行ない、車両制御による走行回転数とエンジン回転数の同調制御とあわせ、接続動作が運転者に分からないレベルでエンジン動力をタイヤの回転軸に接続することを可能としている。図7に示したりニアソレノイドバルブは、NACHIが独自に開発した図12に示す軸受構造を備え、低温安定性や耐コンタミ性に強いことを特長としている。またクラッチに直接大流量を流すタイプでありながら電磁部サイズがφ29であり、油圧モジュールをコンパクトに構成することに貢献している。生産面においては、インラインでの部品計測データと、完成品の性能検査データを個々で記録管理したトレーサビリティ体制が実施されている。

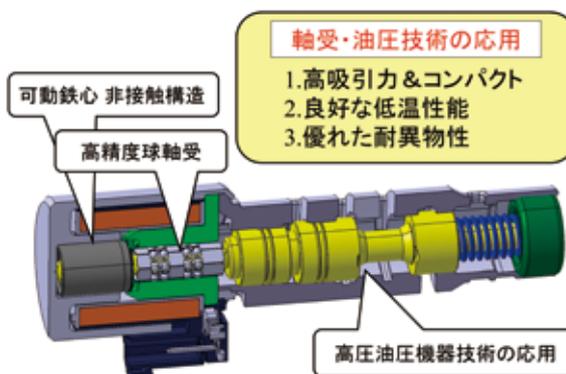


図12 リニアソレノイドの内部構造

特長のまとめ

- 小型なバルブボディに小型な油圧ポンプと4つのバルブを搭載し、逆回転にも対応
- ブッシュレスを可能とするオイルポンプのローター構造
- NACHI製高精度リニアソレノイドバルブによる動力切換クラッチ制御

3. まとめ

プラグインハイブリッド車として高い市場評価を得ているアウトランダー PHEVにNACHIの油圧モジュールが搭載され、走行性能の向上に貢献したNACHIの油圧モジュールは、今後のPHEVへの搭載も期待されている。NACHIの油圧技術は長い歴史をもち、加えて多くの自動車用ソレノイドバルブ

の採用実績がある。今後は自動車業界から要求のある油圧モジュールのニーズに対しても多様な技術で対応していく。

本稿の作成にあたり、資料のご提供と承諾をいただいた三菱自動車工業様、GKNドライブラインジャパン様へ厚く御礼申し上げます。

用語解説

- ※1 PHEV
Plug-in Hybrid Electric Vehicle=プラグインハイブリッド電気自動車。
- ※2 リニアソレノイドバルブ
比例電磁弁であり、電流により出力する油圧を比例的に出力することができる。

引用文献

三菱自動車工業 web ページ (カーラインアップ アウトランダー PHEV)

(敬称略)