

愛 知 発 明 賞

「内燃機関の再循環排気ガスの冷却通路切替弁」 (特許 第7240216号)

小林 弘樹	愛三工業株式会社	第1製品開発部	ガス系開発室	主任
小林 昌弘	元 愛三工業株式会社	第1製品開発部	主担当員	
竹内 満	元 愛三工業株式会社	第1製品開発部	スペシャリスト	
浅野 英樹	愛三工業株式会社	デジタルソフトウェア開発部	ソフトウェアファースト室	チームリーダー
秋田 実	愛三工業株式会社	カーボンニュートラルシステム開発部	CN動力システム開発室	室長
大川 晃	愛三工業株式会社	デジタルソフトウェア開発部	主任	
山中 翔太	愛三工業株式会社	電動システム開発部	電子制御システム室	
宇部 美保	愛三工業株式会社	第1製品開発部	吸気系開発室	

① 応募発明等の概要

今後、自動車のパワートレインのベストミックスにより、内燃機関（エンジン）搭載車の使用も継続すると考えられるが、そのためには環境対策が不可欠であり、EGR (Exhaust Gas Recirculation) システムも重要なアイテムである。

EGRシステムには、排気ガスを冷却する冷却通路と、冷却通路をバイパスするバイパス通路と、EGRクーラバイパスバルブ（冷却通路切替弁）が備えられる。（図1参照）冷却通路切替弁は、高温（約700℃）の排気ガスを、エンジンの運転領域に合わせて、クーラモードとバイパスモードの流量を制御して、排気ガスと混合した吸気の温度を適切な範囲に調整する。吸気の温度が適切な範囲より高い場合は排気ガス中の有害成分であるNO_x濃度が増大し、反対に適切な範囲より低い場合は吸気中に凝縮水が発生して吸気通路のエンジン部品が腐食するおそれがある。

以上の背景をもとにして、高温の排気ガスに晒される環境で、耐久性能と、排気ガス流量の精密制御性能の2点を確保可能とした冷却通路切替弁が、今回の応募発明である。

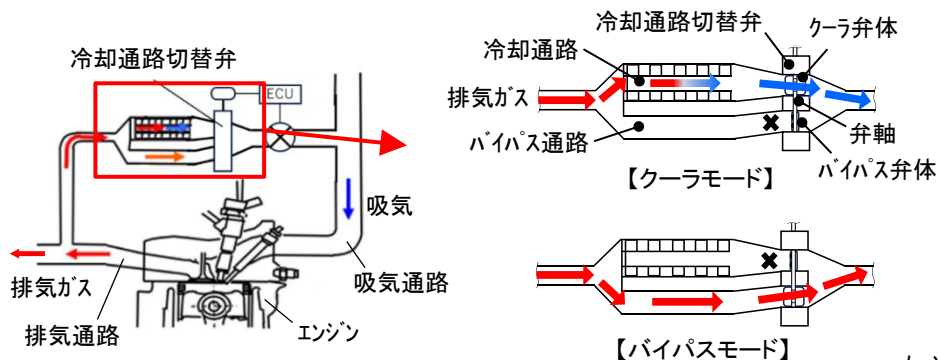


図1. EGRシステム図

② 従来発明等の課題と開発ニーズ

従来の冷却通路切替弁（電動式）は、モータの他に、弁体の振れを抑えるリターンスプリングと、モータの駆動力を伝達するギヤを備える構成（図2参照）となるが、以下の課題が存在した。

課題(1)：耐久性能（高温による変形）

冷却通路切替弁がバイパスモードから閉弁し、バイパス弁体が弁座に突き当たる全閉状態で発生する課題である。バイパス通路を流れる高温の排気ガスに晒されて強度低下したバイパス弁体と弁軸が、弁軸に作用するリターンスプリングのねじりモーメントで変形する。

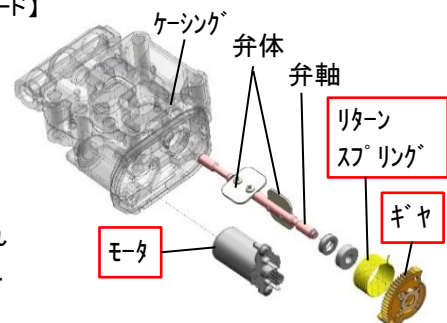


図2. 電動式冷却通路切替弁の構成

課題(2)：排気ガス流量の精密制御性能（シール性の不足）

弁体の全閉状態でギヤを相手部材（ケーシング）に当接する構成において発生する課題である。
寸法バラツキで弁体が弁座から浮いた状態で止まってしまう、シール性が不足する。

③ 応募発明等の特徴

冷却通路切替弁のリターンスプリングとギヤにおいて以下の構成を考案し、従来発明に新たな構成を追加することなく、従来発明で生じていた課題の解消を可能とした。（図3参照）

構成(1)：リターンスプリングを、バイパス弁体を閉弁する方向に回動付勢するスプリングとする。

本構成により、バイパスモードからバイパス弁体を閉弁して弁体が弁座に突き当たる全閉状態において、リターンスプリングのねじりモーメントが小さくなり、弁体と弁軸への応力が低減できるため、高温で強度低下した状態でも変形が防止できる。

構成(2)：弁体を全閉状態としたときにギヤとケーシングを離間させ、当接させない。

ギヤとケーシングの間の隙間で、弁体を全閉した時のギヤの回転方向の寸法バラツキが吸収できるため、弁体が弁座から浮いた状態で止まることがなくなり、シール性が確保できる。
またこの隙間にギヤ組付用の治具を挿入して、高精度な組付が可能となる副次効果も得られる。

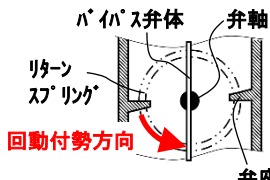
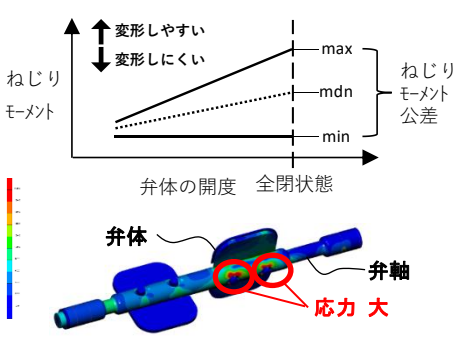
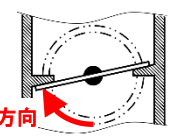
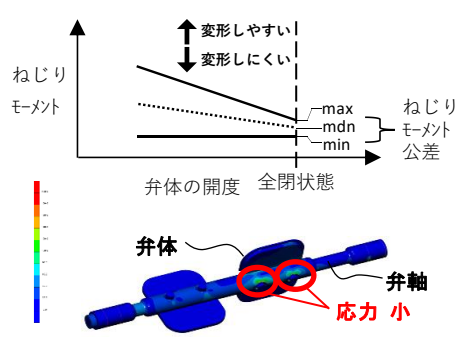
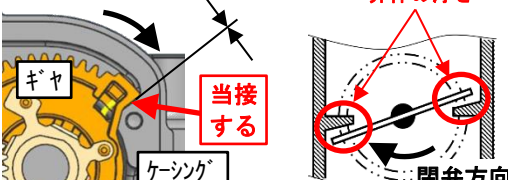
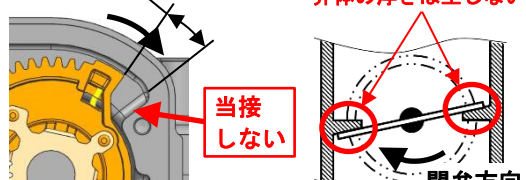
	従来発明	本発明
構成(1)	バイパス弁体を開弁するよう回動付勢するリターンスプリングを備える。  弁体を全閉状態にする（回動付勢方向とは逆方向に回す）と、リターンスプリングのねじり量（ねじりモーメント）が大きくなる。 →弁体・弁軸に作用する応力が大きい。 →高温で強度低下した弁体・弁軸が変形する。  【弁体・弁軸に作用する応力】	バイパス弁体を閉弁するよう回動付勢するリターンスプリングを備える。  弁体を全閉状態にする（回動付勢方向と同じ方向に回す）と、リターンスプリングのねじり量（ねじりモーメント）は小さくなる。 →弁体・弁軸に作用する応力が小さい。 →高温で強度低下しても弁体・弁軸は変形しない。  【弁体・弁軸に作用する応力】
構成(2)	閉弁方向 隙間なし 弁体の浮き 当接する ギヤ ケーシング 閉弁方向  寸法バラツキによってギヤとケーシングに当接して隙間がなくなるので、弁体が全閉状態になる前回転不能となり、弁体の浮きが生じる。	隙間を設定 弁体の浮きは生じない 当接しない ギヤ 閉弁方向  隙間が寸法バラツキを吸収し、弁体が着座するまでギヤが回転可能になるので、弁体の浮きは生じない。

図3. 従来発明と本発明の比較

本発明により、EGRシステムに用いる電動式の冷却通路切替弁において、耐久性能と、排気ガス流量の精密制御性能の確保が可能となった。

この冷却通路切替弁を搭載する車両の普及を通じて、自動車のパワートレインのベストミックスを促進し、Well to Wheel でのCO₂削減に貢献しています。