

愛知発明賞

「燃料電池システム用エア制御弁」 (特許 第6664957号)

稲垣 貴樹	愛三工業株式会社	第1製品開発部	吸気系開発室	主任
伊東 成人	元 愛三工業株式会社	技術統括部	技術企画室	担当員
福井 誠	愛三工業株式会社	第1製品開発部	吸気系開発室	主幹
吉岡 衛	元 愛三工業株式会社	第1製品開発部		主幹
三島 佳純	愛三工業株式会社	第1製品開発部	排気系開発室	
三隅 洋志	愛三工業株式会社	技術統括部	技術統括室	チームリーダー
北村 直	元 愛三工業株式会社	第1製品開発部		シニアマスターエンジニア

① 応募発明の概要

2050年カーボンニュートラル達成に向け、利用時にCO₂を排出せず、また資源効率の多様化を通じてエネルギーセキュリティに寄与する「水素」が注目されており、水素を燃料とする燃料電池システムは、図1に示すように、燃料電池自動車（FCV）として普及が予測されているほか、定置型の発電装置としての用途も期待されている。

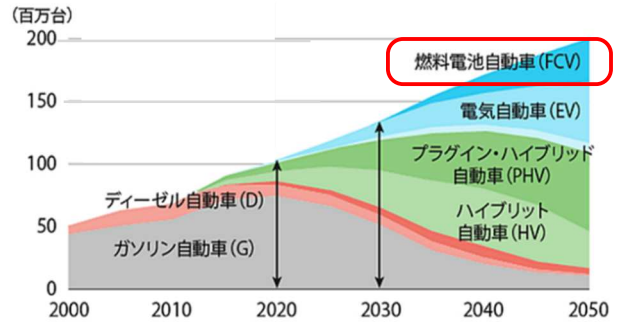


図1 世界の車種別販売台数の将来予測 (出展：SPEEDA 総研)

燃料電池システムには、水素の供給通路の他に、水素との化学反応で電気を発生させるエアの供給通路があり、エアの供給通路には「エア制御弁」が備えられる。

(図2参照)

エア制御弁は、必要な発電量を得るためのエア流量の制御を行うとともに、発電停止時にはエアの封止を行い、燃料電池の酸化劣化による発電効率の低下を抑制する役割を担っている。

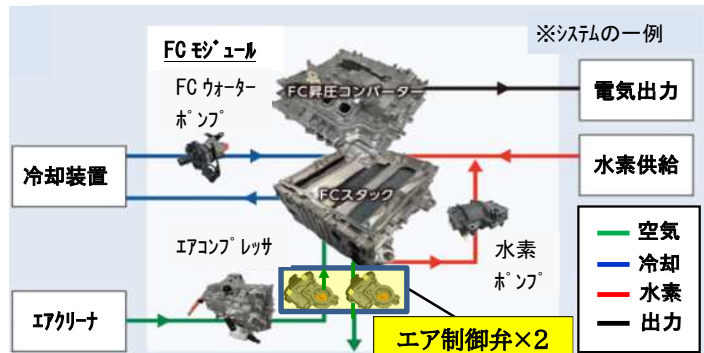


図2 燃料電池システム図 (出展：TOYOTA)

エア制御弁には以下の特性が求められるため、構成として二重偏心弁タイプを選定した。(図3参照)

- ①開口面積が大きく、大流量の要求にも対応できる。
- ②閉弁時に、弁体が弁座に当接する時の摩耗が生じにくい。

		ポペット弁	ボール弁	二重偏心弁 偏心バルブ(弁体)
特性	①	×	○	○
	②	○	×	○

図3 弁構成の特性比較

② 従来発明等の課題と開発ニーズ

二重偏心弁の従来発明として特開2012-72793号の形態があるが、非駆動時（モータの通電OFF時）には、リターン Springs の Spring 力により、回転軸と軸受の隙間の範囲内で回転軸が傾いて、弁体が弁座から浮き上がる荷重（浮き荷重）が発生し、封止機能が低下する課題があるため非駆動時でも封止機能が確保できる二重偏心弁のニーズが高まっていた。（図4参照）

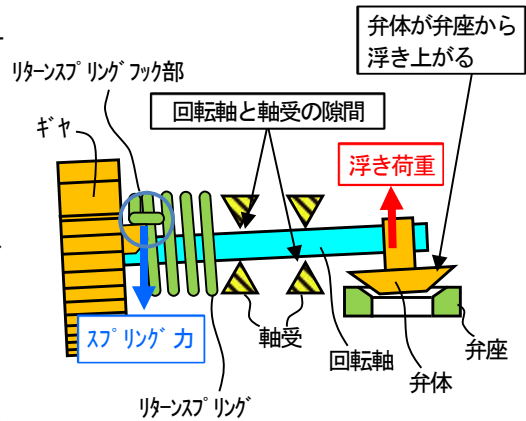


図4 従来発明の課題（模式図）

③ 応募発明等の特徴

非駆動時の浮き荷重が、回転軸に設ける「全閉ストップ部」と「リターン Springs フック部」の相対位置で決定されることに着目し、構成の考案を行った。

回転軸と直交する xy 座標系を設定し、xy 座標の+方向毎に、座標系を第1象限～第4象限に区分した場合、「全閉ストップ部」を第1象限、「リターン Springs フック部」を第3象限に、対角線上に配置する構成とすることで、浮き荷重を、弁体を弁座側に押し当てる荷重（押し当て荷重）に転換するとともに、押し当て荷重を最大化できるため、エアの漏れ流量が低減され、封止機能を確保することができた。（図5、図6参照）

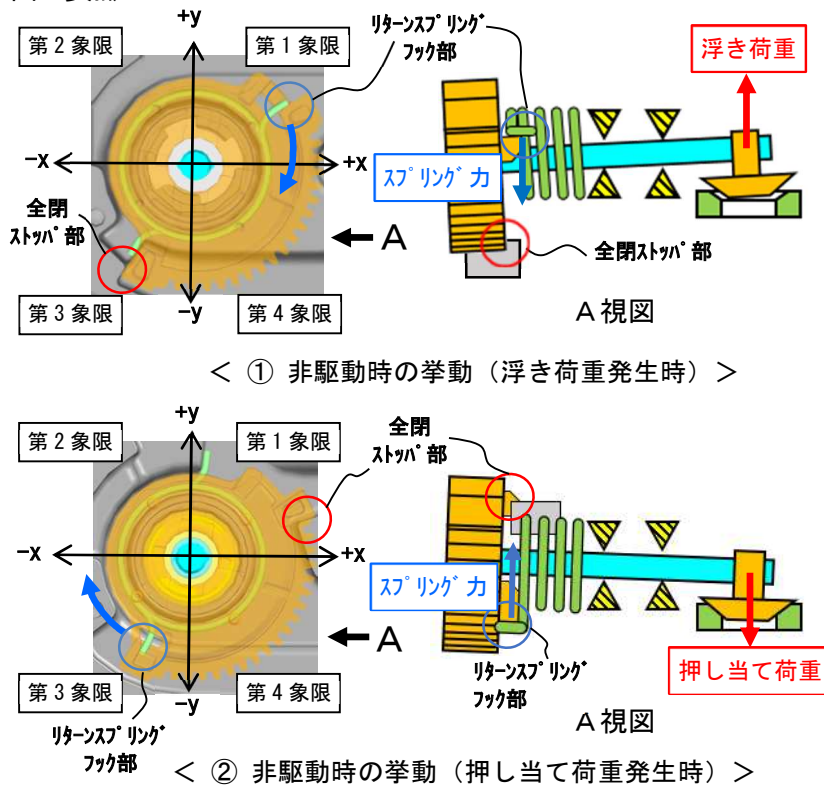


図5 非駆動時の挙動

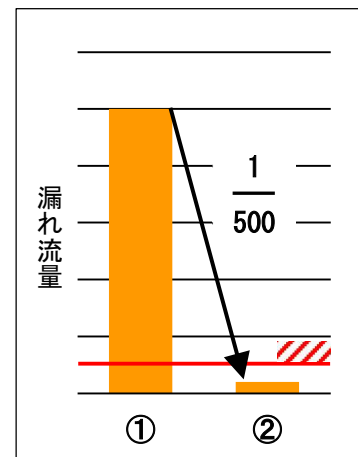


図6 漏れ流量の比較

<本発明の特徴>

新たな機構を追加することなく以下の特有の効果が得られる。

- (1) 浮き荷重を押し当て荷重に転換できる。
- (2) 押し当て荷重を最大化できる。

本発明により、二重偏心弁タイプのエア制御弁において、発電停止時のエア封止機能を確保することで、燃料電池の酸化劣化による発電効率の低下を抑制できた。

このエア制御弁を搭載する燃料電池システムの普及を通じて、CO₂の排出削減によるカーボンニュートラル社会の構築に貢献しています。