

愛知発明大賞

「スクロール型圧縮機の背圧調整機構」 (特許 第5201113号)

水藤 健 株式会社豊田自動織機
福谷 義一 株式会社豊田自動織機
伊藤 達也 株式会社豊田自動織機

①応募発明の概要

本発明は、電動車向けカーエアコンの心臓部を担うスクロール型電動圧縮機（写真1）であって、圧縮動作に不可欠な可動側スクロールの背圧力をシンプルな構造で自動自律的に最適化することで、圧縮効率の向上と低コストの両立を実現した背圧調整機構に関するものである。

2012年に販売開始され、現在世界シェア61%※を誇る当社の全ての電動圧縮機に採用され、多くのハイブリッド自動車（HEV）や電気自動車（BEV）などの電動車に搭載されている。

これにより燃費改善、EV走行の航続距離延長に貢献するとともに、排出ガス低減によるCO2の削減にも繋がっている。

※当社調べ

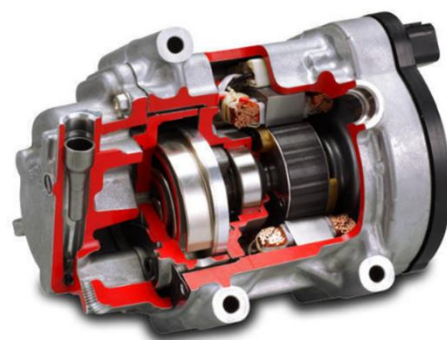


写真1 電動圧縮機

②発明の背景

地球温暖化や化石燃料の枯渇といった環境問題に直面していることから全世界で規制厳格化が進み、全車両メーカーは燃費の良いハイブリッド自動車（HEV）や電気自動車（BEV）など車両の電動化を加速させている。これらの電動車に搭載されるカーエアコン用の電動圧縮機は、昨今では室内冷房のみならず、暖房、電池冷却や電気機器冷却などにも用途が広がっており（図1）、燃費や航続距離を確保するためには、電動圧縮機をできるだけ少ない消費電力で運転できるように効率を向上させる必要がある。

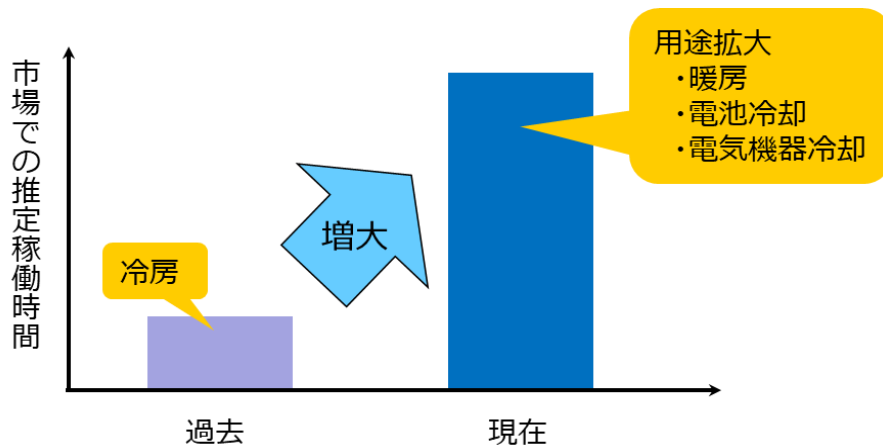


図1 用途拡大による電動圧縮機稼働時間

③スクロール型圧縮機 背圧力

電動圧縮機は、静粛性、体格、効率の観点から可動側と固定側の2つの渦巻壁からなるスクロール型が採用されている(図2)。本圧縮機は、圧縮力によって可動側が固定側から引き離されるため、効率的な圧縮を行うためには渦巻壁の先端の隙間を介した内部漏れを防ぐ必要があり、そのために可動側の背面に圧縮されたガスの圧力(背圧力)を圧縮力に対抗させるように作用させ、可動側を固定側に押し付けて旋回運動させている(図2)。

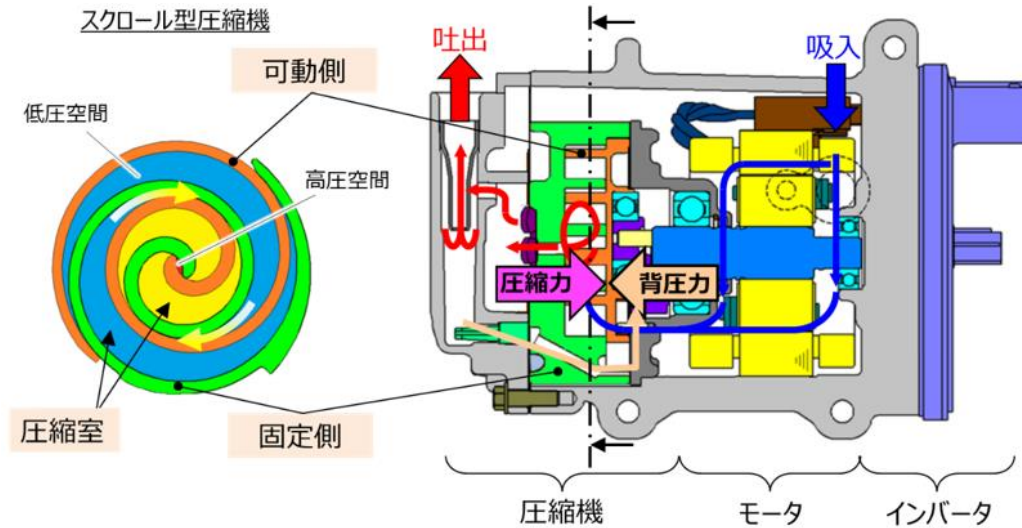


図2 電動圧縮機の構造

④従来発明等の課題と開発ニーズ

従来の背圧力を調整する背圧調整機構は、高圧空間に絞りを介して接続される背圧空間と低圧空間との間にあり、その前後差圧で開閉するボール弁によって背圧力を調整していた(図3)。この方式では、背圧空間は一定の設定背圧となるため、使用範囲内で圧縮比が変動すると、圧縮比が小の状態では過剰背圧となって接触部の高摩擦による機械損失が拡大し、逆に圧縮比が大の状態では背圧不足で接触部が離れ冷媒漏れ拡大に繋がる問題があり、いずれの場合にも高効率化を達成できず、省燃費(省電力)要求に応えることができないという課題があった(図4)。また、ボール弁は、設定圧力の調整が複雑で高コストである。

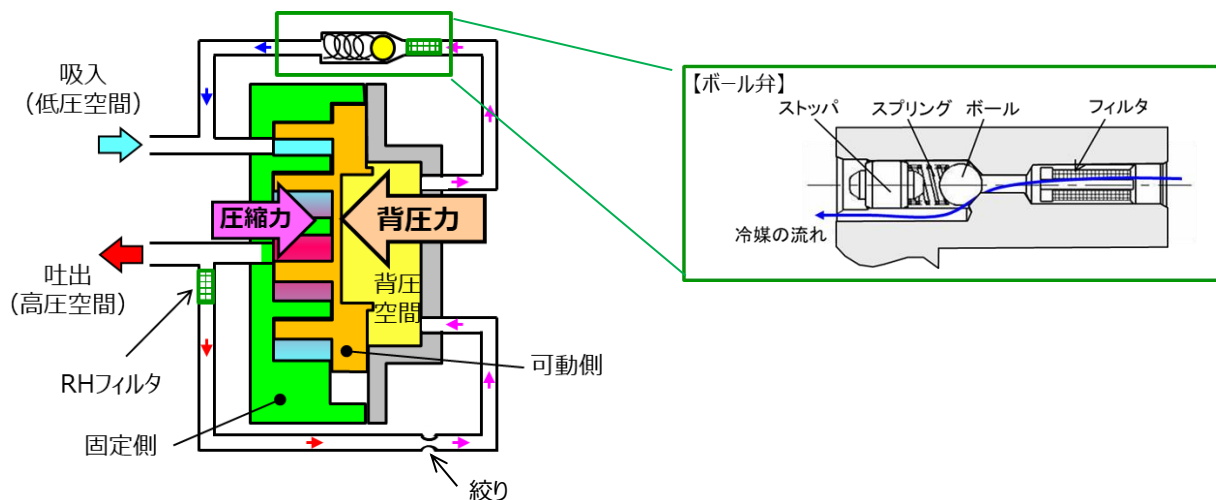
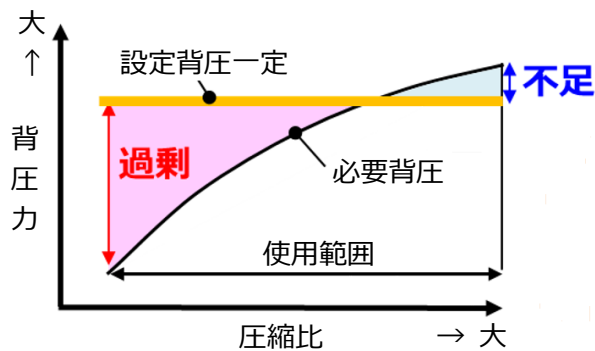
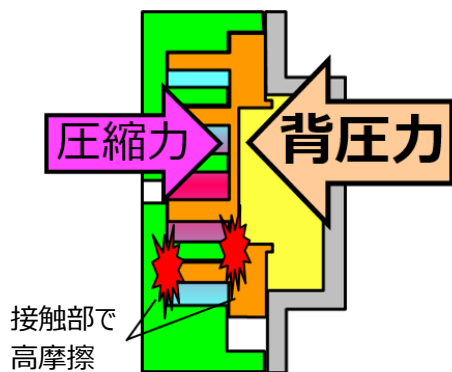


図3 ボール弁の背圧調整機構

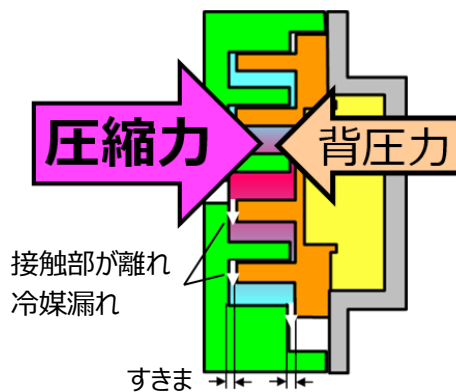


過剰 (圧縮力 < 背圧力)

不足 (圧縮力 > 背圧力)



機械損失で効率悪化



冷媒漏れにより効率悪化

図4 従来の背圧挙動と課題

⑤応募発明等の特徴

本発明は、圧縮力に対抗させる背圧力を圧縮室から直接導入させることで、常に最適な圧力で可動側が固定側に押し付けられるようにした背圧調整機構であり、開閉機能としてスクロール自身の軸方向移動を利用した弁機構（以下、スラストバルブという）を核心とするものである。

可動側には、背面と渦巻壁の先端を連通させる連通孔（給気通路）が設けられ（図5）圧縮室と背圧空間とが連通可能となっている。背圧力が不足する場合、圧縮力により可動側の渦巻壁の歯先は固定側から離間するため連通孔が開く。これにより背圧空間は圧縮力に対抗できる程度に加圧され冷媒漏れを効果的に防止する。背圧力が十分の場合、逆に連通孔は閉鎖され高摩擦による機械損失を効果的に防止する（図6）。スラストバルブは、開口時の冷媒漏れを極力低減するために連通孔の流入口を高圧側に配置し、開口面積が大きくなるよう渦巻壁の壁面方向に延びるザグリ加工を施している（図5）。このようなスラストバルブの採用は、自動自律的な背圧力の調整を可能とし、圧縮効率の向上と低コストを実現する電動圧縮機の提供を可能とする（図7）。

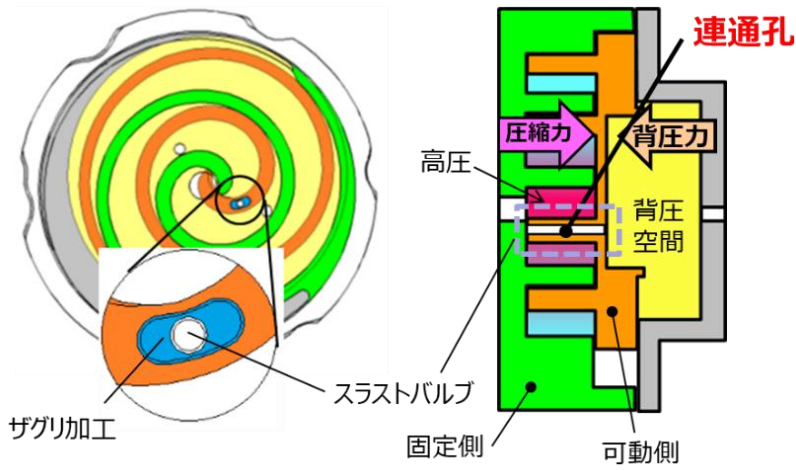


図5 スラストバルブの構成

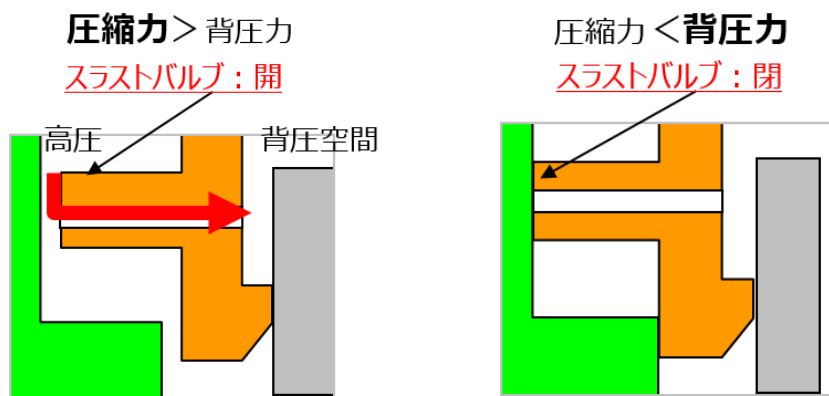


図6 スラストバルブの機能

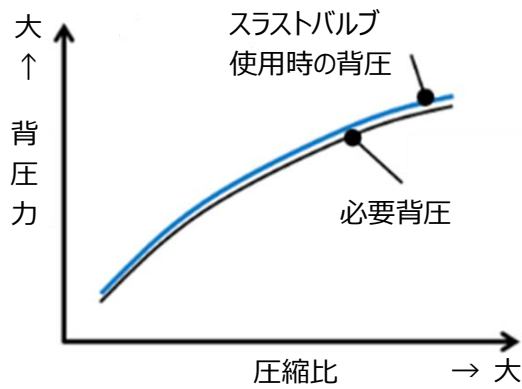


図7 スラストバルブの背圧挙動