

B7 Components

「高精度小容量ソレノイドポンプ」

"High-precision, Micro-flow Solenoid Pump"

キーワード ■ 高精度・小容量・長寿命・純水・自吸性・コーティング

カーハイドロリクス事業部／カーハイドロリクス技術部

荒井 一剛 Kazutaka Arai

近藤 真一 Shinichi Kondo

要 旨

カーハイドロリクス事業部は油圧制御技術と軸受の大量生産技術を基盤として、自動車のトランスミッション用ソレノイドバルブを主力商品としてきた。

昨今、EV化への変革がすすむ中で事業領域を広げるべく、ソレノイドバルブの技術を活かした小容量を高精度に吐出できる小型ポンプを開発し市場投入した。

本稿では、高精度小容量の要求に応えるソレノイドポンプを、その特長とともに紹介する(図1)。



図1 NACHI ソレノイドポンプの外観

Abstract

Automotive Hydraulics Business Division has been designating the solenoid valve for automobile transmission as its main product, based on its hydraulic control technology and bearing mass production techniques.

Under the recent progress of revolutionizing to EV business and an effort to expand our business, our division has developed and marketed a small pump featured with high-precision and micro-flow for which solenoid valve technology is utilized.

This article introduces a high-precision, micro-flow solenoid pump and its features, which responds to users' demand.

1. 水用高精度小容量ソレノイドポンプの開発の歴史

NACHIでは1969年より油圧事業に参入し、工業用油を使用したポンプやバルブなどの油圧機器を生産してきた。この技術を活かし1989年からは自動車用油圧機器に参入し、ソレノイドバルブやポンプを製造してきた(図2)。

一方、小容量ポンプは2010年代以降、ウォッシュレットやインクジェットプリンターなどに加え、製造設備やコジェネレーション装置などでも使われ市場拡大してきた。NACHIは将来性に期待し、自動車で培ったソレノイド技術と油圧事業のポンプ技術を融合させた小型で高精度なポンプを開発した。

開発した「高精度小容量ソレノイドポンプ」は、家庭用燃料電池コジェネレーションシステムに採用され、CO₂削減に貢献する環境配慮型商品として市場投入した。



ピストンポンプ



ユニポンプ

図2 NACHIポンプのラインナップ

2. 油圧機器との相違点

使用流体を油から水に変更するため錆対策が重要となり、磁路形成部には電磁ステンレス鋼を使用した。また、ポンプ機能を満足させるためにはポンプ室の密閉性確保が重要である。各部品の接触部にOリングを使用し、可動部品となる可動鉄芯と固定鉄芯のクリアランスをソレノイドバルブの約1/10以下に縮小することで、高精度な流量性能を確保した。

水用「高精度小容量ソレノイドポンプ」を燃料電池システムでも使用可能とするためには純水相当の流体に対応する必要があるため、接液する部品は全て低溶出性材料の部品を使用してポンプを構成している。

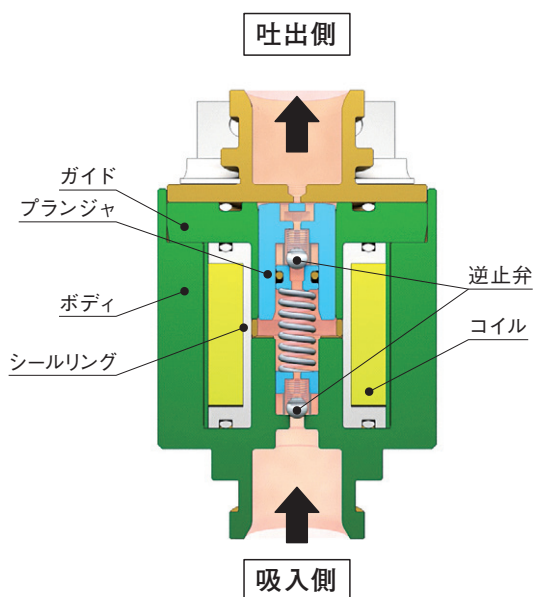


図3 ソレノイドポンプ構造図

3. ソレノイドポンプの構造

ソレノイドポンプは、2つの逆止弁とボディ、プランジャ、シールリングによって容積室を形成し、ボディ、プランジャ、ガイドによって磁気回路を形成する。吐出側逆止弁はプランジャに組付けて一体構造としている(図3)。

図4にソレノイドポンプの動作原理を示す。コイルに通電すると、電磁力によってプランジャはスプリング力に打ち勝って下方へ移動する。この時、容積室の圧力上昇に伴い吐出側逆止弁が開いて容積室の流体がプランジャ上部へと移動する。そしてコイルへの通電を遮断すると、電磁力が切れてプランジャはスプリング力によって上方へと押し上げられて流体を吐出する。この時、流体の吸入を同時に行なう。NACHIのソレノイドポンプは、電磁力ではなくスプリング力で流体を吐出する構造とすることで、温度変化などの外乱の影響を受けにくい設計とした。

コイルの通電/非通電の交互運転によってプランジャを往復駆動させ、プランジャを駆動する周波数を可変することで吐出流量を制御する(図6)。

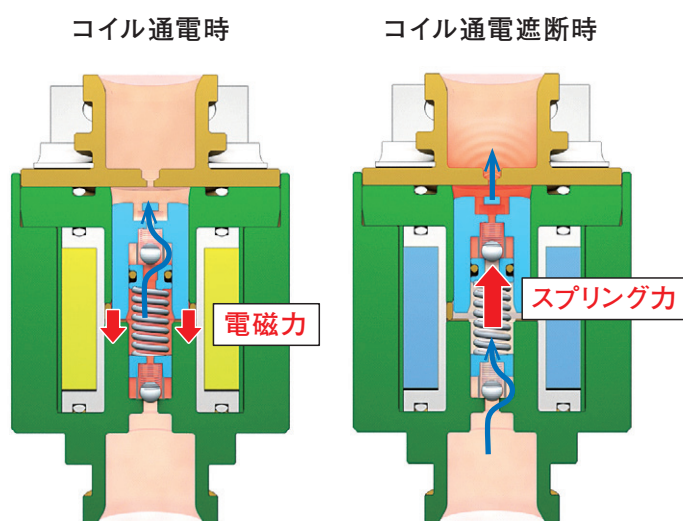


図4 ソレノイドポンプの動作原理

4. 「高精度小容量ソレノイドポンプ」の課題と特長

1) 周波数－流量特性

ソレノイドポンプは定量ポンプで、ポンプ容量(駆動一回あたりの吐出量)が一定であれば吐出流量は駆動周波数に比例する。ポンプ容量はプランジャの外形寸法と上下のストローク量で決まる。ポンプ容量の精度は吐出流量の精度に直結することから、ポンプ容量精度を如何に上げられるかが重要である。また、ポンプ駆動時に、ポンプ内部で流体の逆流が発生すると吐出流量が低下する。NACHIはこれらの課題を解決するため、次の2点のアプローチで解決した。

(1) ポンプ容量の高精度な管理

部品加工における主要部品の適正な寸法管理と、ポンプ組立工程におけるプランジャストローク量の調整技術により、ポンプ容量の精度向上と安定したポンプ生産性を確立した(図5)。

(2) ポンプ内部の逆流を低減

プランジャとガイドの摺動クリアランス量の適正化によりプランジャ上下運動時の流体の逆流を抑えた。また、セラミックボールが着座する面性状を改善することによってシール性を高め、逆止弁からの流体の逆流を抑止した。

この対策により、ポンプ個体差のばらつきを抑えることができ、指令吐出流量に対して±3%以内の吐出流量精度を実現した(図6)。

2) 自吸性

先に述べた逆止弁の高いシール性とソレノイドポンプ駆動(プランジャ上下運動)時のポンプ容積室内の圧力変動を利用することで、ポンプ内部に流体がない状態でもポンプ内の空気を吐き出して流体を自吸する機能を有する。

3) DLC (Diamond Like Carbon) コーティングによる高寿命化

ソレノイドポンプ駆動中、プランジャは常に摺動しているため、ガイド内径部と擦れて外径が徐々に摩耗し、

吐出流量が低下する恐れがある。そこでNACHIのソレノイドポンプでは、工具のコーティング技術で培ったNACHIの耐摩耗性に優れたDLCコーティングを採用し、摺動摩耗を抑制することで吐出流量精度の高寿命化を実現した(図7)。

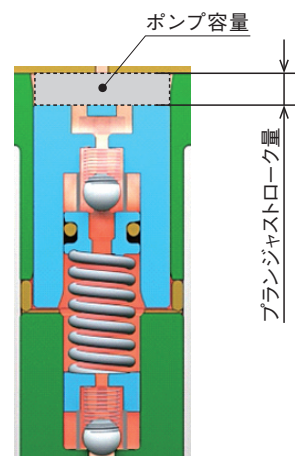


図5 ポンプ容量

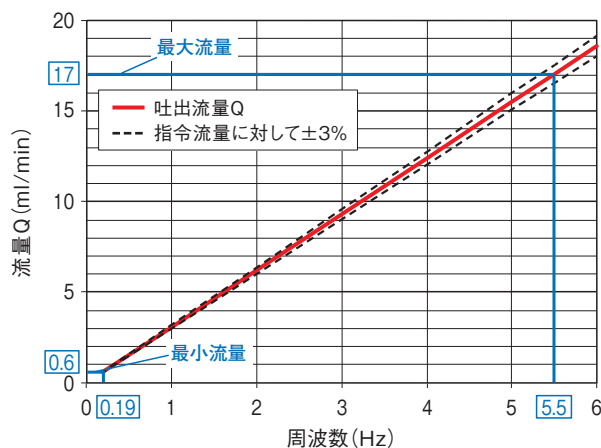


図6 周波数-流量特性



図7 プランジャ DLCコーティング

5. まとめ

本稿では水用「高精度小容量ソレノイドポンプ」について、その課題と特長を紹介した。今後は、多様な流体や幅広い流量に対応するためにラインナップを拡充し、ソレノイドポンプの要素技術を活かした新たな製品づくりに取り組む。

