

# NACHI-BUSINESS

Components **news**

Vol. **1** B4  
December/2003  
創刊号

機能部品事業

■ 新商品紹介

省エネ・高精度なコンパクト油圧システム

「**パワーマイスター**」

Energy-efficient, High-precision  
Compact Hydraulic System "POWER Meister"

〈キーワード〉 省エネ・コンパクト・高精度制御  
両回転油圧ポンプ・ACサーボモータ

部品事業部／技術二部

久保 光生

山田 健治

## 要 旨

このたびコンパクトな油圧ユニットとサーボコントローラを開発し、「パワーマイスター」として発売した。本稿では、パワーマイスターの省エネ、高精度という特長以外に、コンパクト化、取付位置自由度、などの特長を紹介する。また、油圧ユニット、サーボコントローラの仕様と、パワーマイスターの適用例を紹介する。

## Abstract

We have developed a compact, hydraulic unit with servo controller named "POWER Meister" and has been released into the market. "POWER Meister" presents its compactness and flexibility in installation as well as its energy-efficient and high-precision control features.

The following show the specifications of the hydraulic unit and servo controller and examples of application.

## 1. はじめに

地球温暖化防止のため、省エネへの取り組みがさまざまな方面で広がっている中で、産業機械に使用される油圧機器においても、省エネ対応がますます重要なキーワードとなってきている。

この要請に応えるものとして、従来の油圧システムに対してエネルギー損失を1/10以下に低減した省エネ油圧システム「パワーマイスター」を発売した(写真1)。パワーマイスターは両回転の油圧ポンプをACサーボモータで直接駆動する新しい油圧システムで、大きな力を発揮できる油圧本来の特長を保ちながら、電動システムの制御性の良さを融合し、油圧シリンダを $\mu\text{m}$ オーダーで位置決めすることも可能な、高精度な油圧システムである。従来の油圧のイメージを一新する油圧システムと確信している。

本稿では、パワーマイスターが持つさまざまな特長について紹介するとともに、実際の適用例で得られた、省エネ(消費電力1/10)、省資源(作動油200L→4.5L)などの効果についても紹介する。



パワーマイスター  
(油圧ユニットとサーボコントローラ〈左奥〉)(写真1)



## 2. 開発品のねらいと特長

強力なパワーを容易に制御できるという油圧システムの特長と、高い再現性・省エネ設計<sup>※1</sup>という電動ボールねじシステムの特長を、コンパクトに融合したものが「パワーマイスター」である。

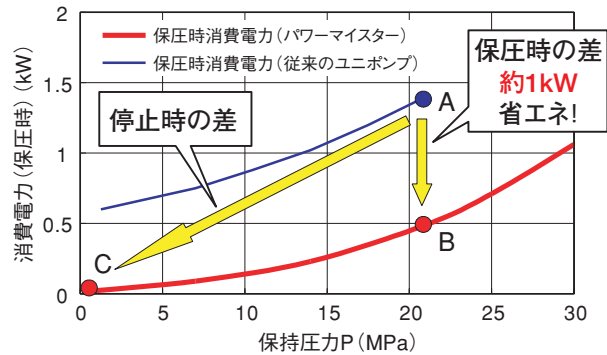
“力強さとそれを巧みに制御するシステム”の意味合いを含め、商品名を「パワーマイスター」とした。なお、「POWER Meister」は、POWER:【英】力、能力と、Meister:【独】名人、巨匠、師匠を組み合わせたものである。

パワーマイスターは以下の特長を持っている。

### (1) 省エネ・低騒音設計

ACサーボモータで油圧ポンプの回転速度と回転方向を制御して、機械のサイクルに合わせて必要な流量と圧力を発生させる。必要な時に必要な分だけポンプが稼働し、アイドルタイムには止めることも可能であるため大幅な省エネと低騒音化を図ることができる。

同じ圧力を保持する時(保圧時)の消費電力は図1のように、従来のユニポンプ(可変ポンプと三相誘導電動機を一体化したもので、電動機は一定速で常時回転)と比べて大幅に小さくなっている(図1のA点とB点の比較)。また、アイドルタイムにおいては、従来のユニポンプ使用の場合シリンダが止まっている時にもポンプが一定速で回転し設定された圧力を保持し続けているために電力を消費する(図1のA点)が、パワーマイスターの場合は止めることができる(保持圧力0MPa、図1のC点)ため、消費電力の差はさらに大きくなる。



・パワーマイスター:UPS-0A-5V20(2.0kW)  
 ・従来のユニポンプ:可変ピストンポンプ+三相誘導電動機2.2kW

図1.保持圧力-消費電力特性(参考データ)

### (2) 高速演算処理のサーボコントローラの採用で高精度な制御

制御アルゴリズムを高速でデジタル演算が可能な専用のサーボコントローラにより、 $\mu$ mオーダ<sup>※4</sup>の位置決め、低圧から高圧、低速から高速までのリニアな制御を実現できる。図2に圧力制御性能データの例を示す。圧力指令電圧に対してリニアな圧力制御ができることがわかる。

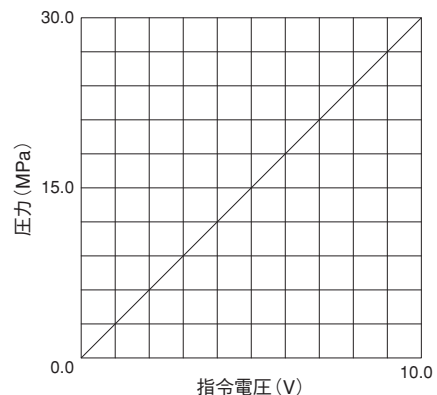
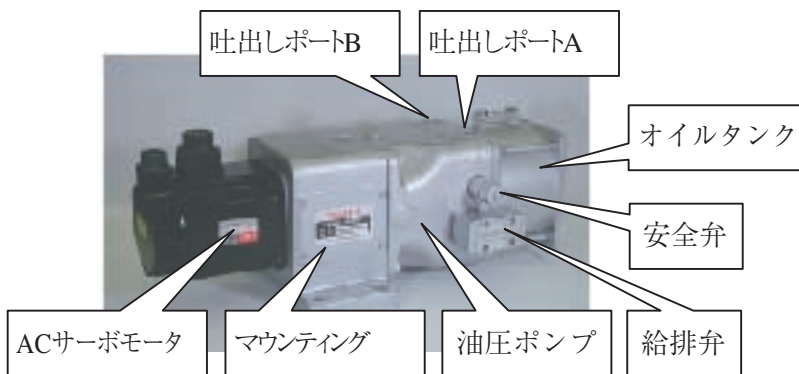


図2.圧力指令電圧-圧力特性(参考データ)

省エネ、高精度という特長に加えて、今回開発した油圧ユニット(UPSシリーズ)とサーボコントローラ(EPD)では、以下の特長がさらに加わった。



一体型油圧ユニット UPS-0A (写真2)

## (油圧ユニットの特長)

### (3) 最高使用圧力30MPaの強力パワー

ポンプ回転方向を問わず、どちらか一方を最高圧力30MPaまで使用可能となった。高い圧力で使用できるので、より小さなアクチュエータで大きな力を得ることができる。

### (4) コンパクト・一体化で省スペース

ACサーボモータ、両回転油圧ポンプ、オイルタンクを直線的に配置し、ポンプケース部分に安全弁等の補助バルブを組み込むことで、必要な機能をコンパクトに一体化した(写真2)。オイルタンクも3Lit(UPS-0Aタイプ)、4.5Lit(UPS-1Aタイプ)と非常に小さくなっている。機械本体に取り付けられるので、従来の油圧ユニットでは必要であったスペースが不要となる。さらに移動の場合にも、エアブリーザ<sup>※5</sup>を取り外して閉止すれば、機械に取り付けたままの移動が可能である。

### (5) 取付位置に合わせて垂直取付形・水平取付形の選択が可能

オイルタンクの注油口、油面計位置が異なる垂直取付形と水平取付形があり、機械への取付位置に応じて選択が可能である。垂直取付形を機械側面に、水平取付形を機械下部あるいは上部に取り付けることで、機械の省スペース化に貢献できる。

## (サーボコントローラの特長)

### (6) コンパクト・スリム化

<sup>※6</sup> サーボアンプと並べて取り付けられるように、幅寸法を小さくしたスリムな形状とした。

### (7) <sup>※7</sup>サーボアンプ/<sup>※8</sup>Fコネクタ・上位I/Fコネクタ

サーボコントローラはサーボモータのサイズ(出力)に関係なく共通で使用し、サーボモータを駆動するサーボアンプはサーボモータの出力に応じたものを使用する。サーボアンプは各サーボモータメーカーから出されているサーボアンプを使用する。サーボコントローラとサーボアンプ間で信号の入出力が必要であるが、開発したサーボコントローラでは、サーボアンプと1対1接続する専用コネクタ(サーボアンプI/Fコネクタ)で、回転数指令信号をはじめ、サーボON信号やサーボアンプ異常信号等のI/O信号を入出力できるようにしたため、配線が容易に行える。

また、機械コントローラ(上位コントローラ)からサーボアンプに対する指令信号や検出信号は全てサーボコントローラ(上位I/Fコネクタ)を経由してサーボアンプに入出力されるため、サーボアンプメーカーが異なった場合でも上位コントローラとサーボコントローラ間の配線と使い勝手は全く同じである。

### (8) <sup>※9</sup>制御モード自動切換機能

速度制御と圧力制御、または、位置制御と圧力制御のどちらの制御を行うのかを、実際の負荷状態に応じてサーボコントローラが自動的に切り換える制御モード自動切換機能を標準で装備している。このため、プレス等では、機械コントローラ側で制御モードを切り換えるタイミングをとることなく、速度制御から加圧(圧力)制御にスムーズに切り換えられる。

### 3. 油圧回路

油圧ユニットの回路を図3に示す。ACサーボモータ、油圧ポンプ、オイルタンク、安全弁、および、シリンダが伸縮する際に生じる作動油過不足分(シリンダ呼吸分)をオイルタンクとの間で給排するバルブなどが一体となっている。<sup>※10</sup>バキュームチェックバルブは試運転時に配管への作動油を充填する際と、ポンプ高速回転の際に作動油を吸い込み易くしている。また、給排バルブはISO取付となっているため、シリンダ垂直時で自重負荷がある場合にも、給排バルブの下に積層タイプの差圧バルブを追加することで容易に対応が可能となっている。

油圧ユニットの外観は写真2のとおりであり、図3と対比して見ていただきたい。ACサーボモータ側から見てポンプを反時計方向(CCW)に回転するとAポートから作動油を吐出し、逆に時計方向(CW)に回転するとBポートから吐出する。油圧ユニットのA,Bポートと油圧シリンダのロッド側、ヘッド側ポートとの配管のみで油圧配管は完了し、サーボコントローラを介して、ポンプの回転方向と回転速度を制御することで、油圧シリンダの位置、速度、圧力の制御ができる。

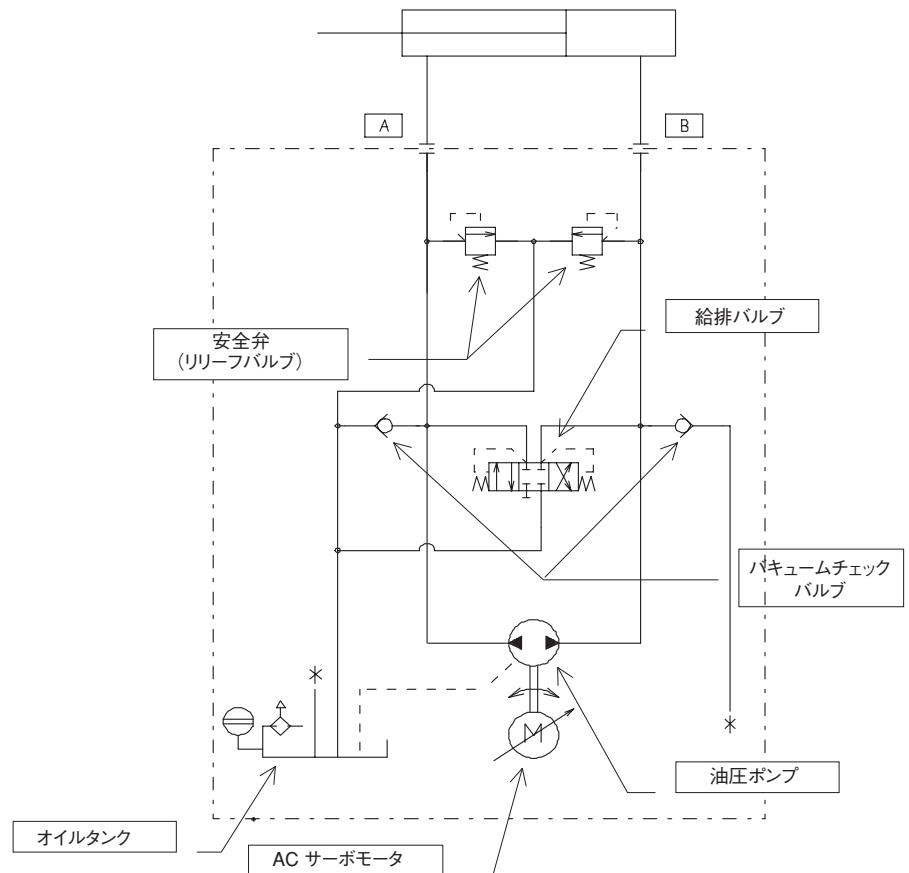


図3.油圧ユニット回路図

## 4. システム構成 (標準構成)

図4が、システムとして構成したパワーマイスターである。油圧ユニット、サーボアンプ、サーボコントローラが商品として単品提供している部分であり、これ以外の油圧シリンダ、位置センサ、圧力センサは、ユーザの機械仕様に依じて都度変わるため、ユーザにて準備していただいている。また、シリンダの動作をサーボコントローラに指令する機械の制御装置や制御盤、配線類もユーザでの準備となる。サーボコントローラに対する標準的な動作指令 (圧力、速度、位置指令) 方法は、アナログ電圧で圧力指令と速度指令を、位置指令はサーボコントローラにあらかじめ登録した目標位置を接点入力で選択する方法となる。

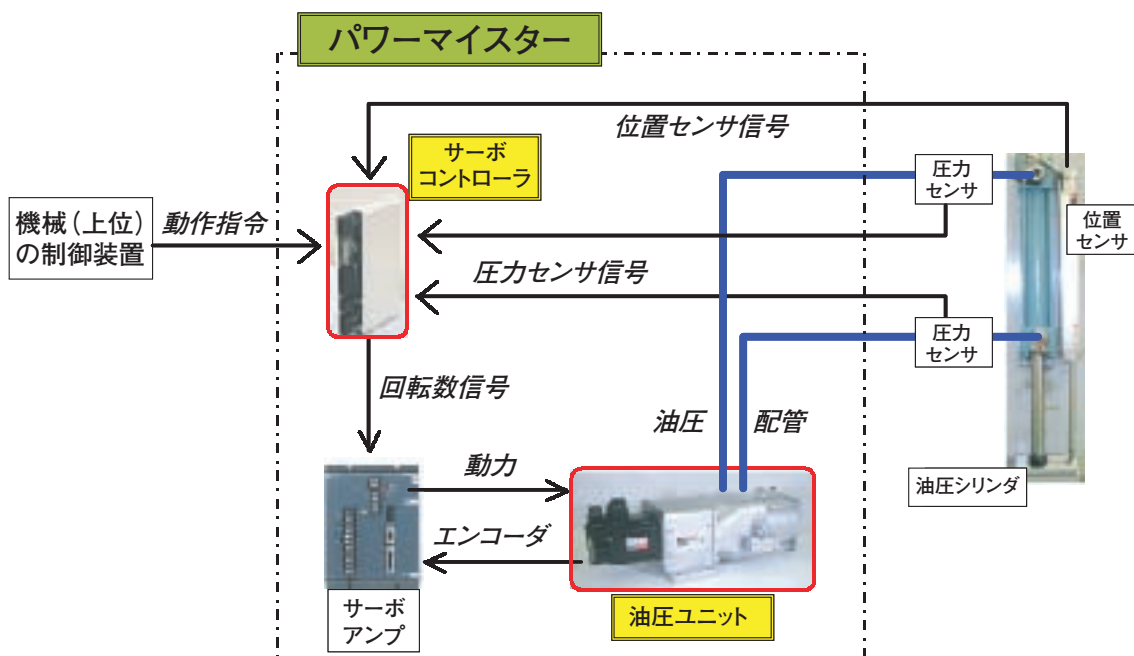


図4.システム構成

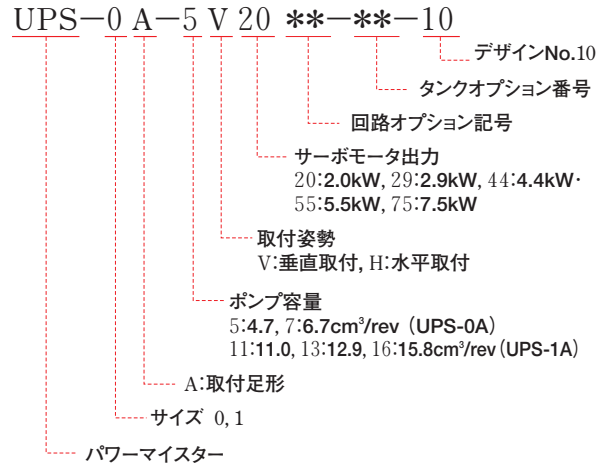
# 5. 仕様

油圧ユニット、サーボコントローラの仕様を表1～表3に示す。

(表1) 油圧ユニット仕様

電動機	ACサーボモータ (2.0～7.5kW) (サーボアンプによる駆動)
ポンプ	ピストンポンプ (4.7～15.8cm <sup>3</sup> /rev)
使用周囲温度/湿度	0～+40℃ / 20～90%RH (結露なきこと)
使用作動油温度範囲	5～60℃
推奨作動油	耐摩耗性タイプのISO VG32～68相当
使用粘度範囲	20～200mm <sup>2</sup> /s(cSt)
作動油汚染度	NAS10級以内
安全弁圧力調整範囲	3.5～30MPa
最高使用圧力	30MPa (油圧ポンプ部) (最高圧力はモータ能力で異なる)

形式説明



(表2) シリーズ一覧

■UPS-0A

形式	モータ出力 kW	ポンプ容量 cm <sup>3</sup> /rev	最高回転数 min <sup>-1</sup> (注1)	最大流量 L/min (注2)	定格圧力MPa (連続 (注3))	最大使用圧力MPa (短時間 (注3))	タンク容量 Lit.
UPS-0A-5*20-	2.0	4.7	2500	11.7	11.2	16.8	3.0
-7*20-		6.7		16.7	8.0	11.9	

■UPS-1A

形式	モータ出力 kW	ポンプ容量 cm <sup>3</sup> /rev	最高回転数 min <sup>-1</sup> (注1)	最大流量 L/min (注2)	定格圧力MPa (連続 (注3))	最大使用圧力MPa (短時間 (注3))	タンク容量 Lit.
UPS-1A-11*29-	2.9	11.0	2500	27.5	9.5	14.3	4.5
-13*29-		12.9		32.2	8.1	12.2	
-16*29-		15.8		39.5	6.6	10.0	
-11*44-	4.4	11.0	2500	27.5	14.6	21.8	4.5
-13*44-		12.9		32.2	12.4	18.6	
-16*44-		15.8		39.5	10.1	15.2	
-11*55-	5.5	11.0	2500	27.5	17.9	26.9	4.5
-13*55-		12.9		32.2	15.3	22.9	
-16*55-		15.8		39.5	12.5	18.7	
-11*75-	7.5	11.0	2500	27.5	24.6	30.0	4.5
-13*75-		12.9		32.2	21.0	30.0	
-16*75-		15.8		39.5	17.1	25.7	

(注1) モータ出力により、最高回転数で使用可能な圧力に制限があります。

(注2) 無負荷時の理論流量です。

(注3) 定格圧力はモータの定格トルク、最高使用圧力は150%トルクで出力可能な圧力です。  
ただし、これらの圧力が30MPaを超える場合には、油圧ユニットの最高使用圧力30MPa以下に制限されます。

(注4) 運転条件により、最高回転数、使用圧力が上表より低く制限される場合もありますので、別途ご相談ください。

(表3) サーボコントローラ仕様

形式:EPD-PD2-10-D2-10

電源電圧/消費電力	DC24V±15%/10W以下	センサ用電源は別途要
使用周囲温度/湿度	0～+55℃ / 90%RH以下 (結露なきこと)	
制御内容	シリンダの位置・速度・圧力	流量と圧力制御も可
指令入力	アナログ電圧±10V、接点、パルス、他	位置、速度、圧力の指令
圧力センサ入力	アナログ電圧0.5～4.5V、または、1～5V (2ch)	電源5V、25mA(Max)供給可能
位置センサ入力	90°位相差二相パルス、および、原点パルス	ラインレシーバ入力
サーボアンプI/F	モータ回転数指令出力、接点入出力	起動・安全回路は別途要



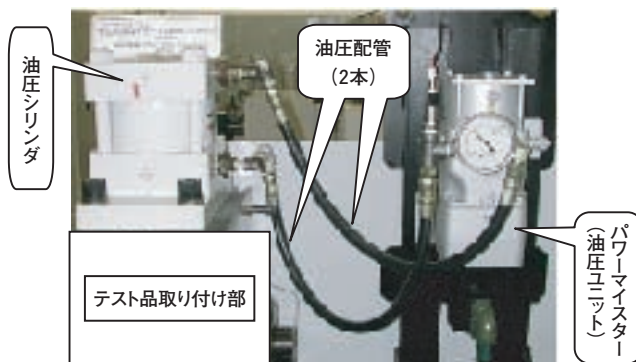


## 7. 適用例

ここでは、社内の試験装置にパワーマイスターを適用した例を示す(写真3)。これは、昼夜連続で一定荷重を与え続ける荷重試験装置である。従来の油圧ユニットからの置き換えは、パワーマイスターから油圧シリンダへの油圧配管(2本)を行うのみであり、容易に設置することができた。

従来油圧ユニットからパワーマイスターへ置き換えたことで得られた効果を表5に示す。

この例では、冒頭の特長にあげた省エネの効果(消費電力1/10)も大きいですが、消防法の油脂総量規制に対して作動油量低減(作動油量50L→3L)が大きなメリットになっている。



パワーマイスター適用例(写真3)

その他の適用例について効果を説明する。

- 研磨機**・・・ワーク研磨開始位置の位置決め自動化(位置決め精度 $\pm 5\mu\text{m}$ )。数日間一定推力で砥石押しつけ時の省エネ(消費電力1/10以下)。低発熱による空調費削減。低騒音。
- 加締め機**・・・加締め力と、加締め完了位置の任意制御が可能(従来のメカストップによる位置決め機構が不要、作業者によるばらつきから開放)。低油温上昇(室温 $+5^{\circ}\text{C}$ )。機械の熱変形による仕上げ精度ばらつき低減。
- 精密プレス**・・・プレス開始位置直前に高速位置決め、プレス力の任意制御で加工品質向上。再現性向上。サイクルタイム短縮(サイクル時間1/2)。低騒音。省スペース。
- 歪み矯正機**・・・低騒音。省スペース化(従来油圧ユニット設置スペース $1\text{m}^2$ 不要)。省エネ。作動油量低減(200L→4.5L)。機械取付状態での輸送(油圧ユニットの別梱包輸送と現地工事が不要。費用削減)。

(表5) パワーマイスターと従来油圧ユニット比較

項目	効果	パワーマイスター	従来油圧ユニット
消費電力	1/10	0.05kW(圧力5MPa時) 0.07kW(圧力7MPa時)	0.55kW(圧力5MPa時) 0.70kW(圧力7MPa時)
作動油量	1/17	3L	50L
油温上昇	$-15^{\circ}\text{C}$	室温 $+5^{\circ}\text{C}$ (オイルクーラなし)	室温 $+20^{\circ}\text{C}$ (オイルクーラ使用)
設置スペース	1/12	270×239×620mm	800×700×850mm
質量	1/3	52kg	155kg

## 8. おわりに

「パワーマイスター」には、①省エネ、②高精度制御、③コンパクト、④低騒音、⑤低発熱、⑥作動油量低減(省資源)など、特長がいくつもある。しかし、実際に使って見た結果、当初は重要視されていなかった特長にメリットを見いだされ、良い評価をいただくことが多い。また、当初は気づかなかった新たなメリットも出ている。

パワーマイスターは、これまで油圧が使用されていなかった機械にも採用されつつある。油圧が持つ大きな力を容易に得られるという特長を生かしつつ、大幅な省エネと、電動システムの使い勝手の良さを持った本システムは、今後さらに適用が広まっていくものと考えられる。

### 用語解説

- ※1 電動ボールねじシステム  
ACサーボモータとボールねじを組み合わせ、機械の直線運動を得るシステム。
- ※2 アイドルタイム  
加工ワークの段取り替え中など、機械を停止した状態で止めておく時間。
- ※3 サーボコントローラ  
与えられたシリンダ位置、速度、圧力の指令値に追従するようにサーボアンプへモータ回転数指令を調整する装置。
- ※4  $\mu\text{m}$ オーダーの位置決め  
位置決め精度が $\mu\text{m}$ オーダーで可能。
- ※5 エアブリーザ  
油圧シリンダの伸縮に応じてオイルタンク内の油面が上下する際に、空気の出入り口。
- ※6 サーボアンプ  
与えられたモータ回転数指令値に追従するようにサーボモータに流す電流を調整する装置。
- ※7 サーボアンプI/Fコネクタ  
コネクタCN4の機能を表す表現で、サーボアンプと接続するコネクタ。
- ※8 上位I/Fコネクタ  
コネクタCN1の機能を表す表現で、上位コントローラと接続するコネクタ。
- ※9 制御モード自動切換  
速度制御と圧力制御、または、位置制御と圧力制御のどちらの制御を行うのかを、実際の負荷状態に応じてサーボコントローラが自動的に切り換える。
- ※10 バキュームチェックバルブ  
作動油をIN側からOUT側の一方方向へのみ流すことのできる油圧バルブで、流れる方向への抵抗を極力小さくしてOUT側から作動油を吸い込みやすくしたものの。

### 参考文献

- 1) 久保 光生:省エネ・高精度油圧アクチュエータ駆動システム,不二越技報, Vol57, No.2, pp.2-8 (2002)
- 2) 柚木 芳則:ACサーボ油圧システム用両方向回転ポンプ,不二越技報, Vol57, No.2, pp.32-37 (2002)

本 社	本社・富山事業所	富山市不二越本町1-1-1	〒930-8511	Tel.076-423-5111	Fax.076-493-5211
	東京本社	東京都港区東新橋1-9-2 汐留住友ビル17F	〒105-0021	Tel.03-5568-5111	Fax.03-5568-5206
http://www.nachi-fujikoshi.co.jp/					
生産拠点	富山事業所	富山市不二越本町1-1-1	〒930-8511	工具	Tel.076-423-5100 Fax.076-493-5221
				マシナリー	Tel.076-423-5140 Fax.076-493-5242
				ロボット	Tel.076-423-5135 Fax.076-493-5251
				ベアリング	Tel.076-423-5120 Fax.076-493-5231
東富山事業所	富山市米田町3-1-1	〒931-8511	マテリアル	Tel.076-438-4411 Fax.076-438-6313	
			油圧機器	Tel.076-438-8970 Fax.076-438-8978	
滑川事業所	富山県滑川市大掛176	〒936-0802	プレジジョン	Tel.076-471-2101 Fax.076-471-2630	
			カーハイドロリクス	Tel.076-471-2320 Fax.076-471-2324	
			クリーンサーモ	Tel.076-471-2981 Fax.076-471-2987	
			コーティング	Tel.076-471-2985 Fax.076-471-2989	
			精密成形	Tel.076-471-2991 Fax.076-471-2992	
水橋事業所	富山市水橋伊勢屋193	〒939-3524	ベアリング	Tel.076-478-2098 Fax.076-479-1081	
営業拠点	東日本支社	東京都港区東新橋1-9-2 汐留住友ビル17F	〒105-0021	Tel.03-5568-5280	Fax.03-5568-5290
	北関東支店	群馬県太田市下浜田町1087-7	〒373-0821	Tel.0276-46-7511	Fax.0276-46-4599
	北海道営業所	札幌市東区本町1条10-4-10	〒065-0041	Tel.011-782-0006	Fax.011-782-0033
	東北営業所	福島県郡山市桑野2-33-1 ワン・ブリッジビル2F	〒963-8025	Tel.024-991-4511	Fax.024-935-1450
	中日本支社	名古屋市名東区高社2-120-3 ナチ名古屋ビル	〒465-0095	Tel.052-769-6811	Fax.052-769-6830
	東海支店	浜松市砂山町353-3 大協土地ビル7F	〒430-0926	Tel.053-454-4160	Fax.053-454-4845
	北陸支店	富山市石金2-3-60 ナチ北陸ビル	〒930-0966	Tel.076-425-8013	Fax.076-493-5215
	西日本支社	東大阪市本庄西2-73-14 ナチ大阪ビル	〒578-8522	Tel.06-6748-2510	Fax.06-6748-1955
	中国四国支店	岡山市西古松2-2-30	〒700-0927	Tel.086-244-0002	Fax.086-243-4346
	広島営業部	広島市安佐南区西原8-25-10	〒731-0113	Tel.082-832-5111	Fax.082-832-5114
九州支店	福岡市博多区山王1-10-30	〒812-0015	Tel.092-441-2505	Fax.092-471-6600	
海 外	国際営業部	東京都港区東新橋1-9-2 汐留住友ビル17F	〒105-0021	Tel.03-5568-5240	Fax.03-5568-5236
生産拠点 Overseas Manufacturing Companies	AMERICA	Indiana, Michigan / U.S.A. BRASIL			
	EUROPE	SPAIN CZECH			
	ASIA and OCEANIA	SINGAPORE THAILAND TAIWAN KOREA CHINA			
営業拠点 Overseas Sales Companies	AMERICA	U.S.A. CANADA MEXICO			
	EUROPE	GERMANY SPAIN U.K. ITALY			
	ASIA and OCEANIA	SINGAPORE VIETNAM MALAYSIA INDONESIA PHILIPPINES CHINA TAIWAN THAILAND KOREA AUSTRALIA			