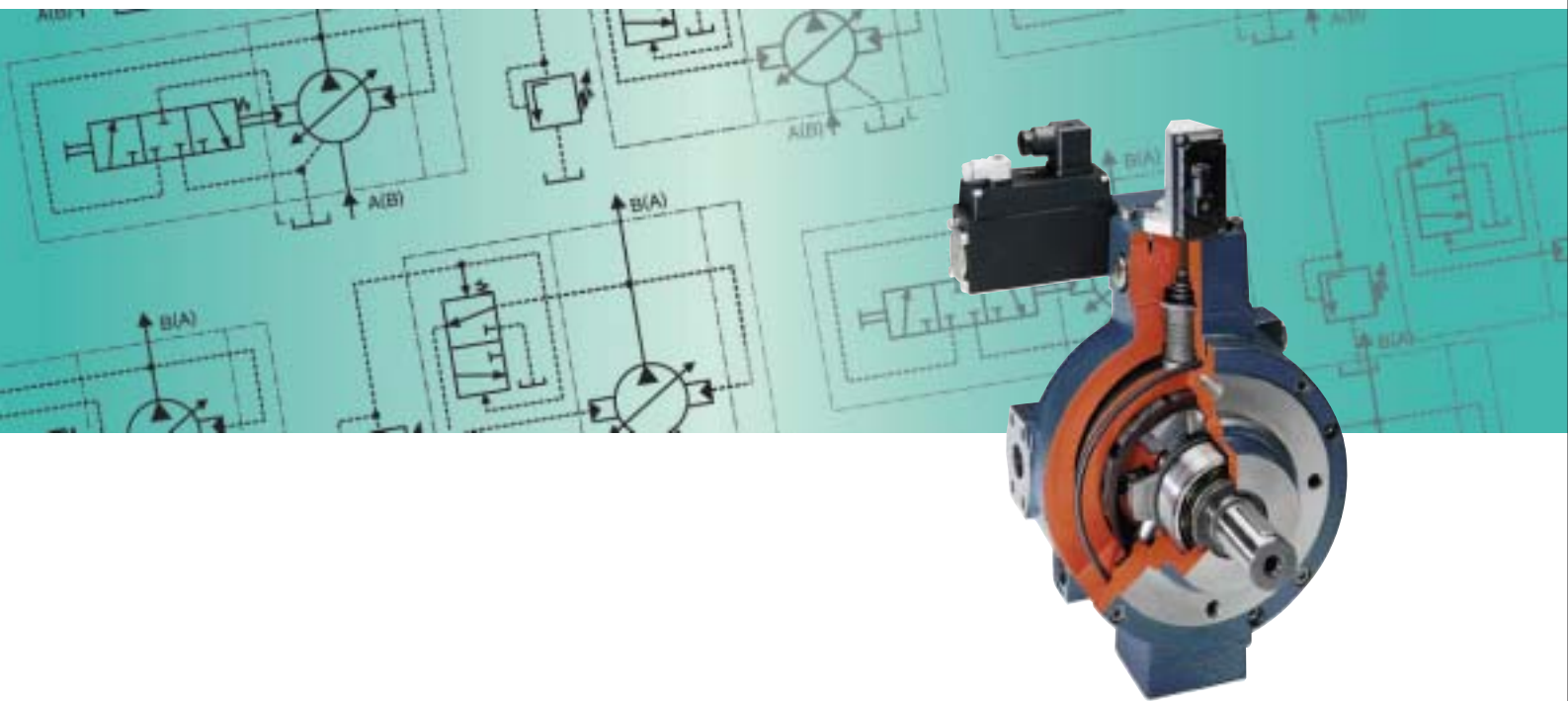


# MOOG

## High-pressure lubrication 高圧潤滑システム



Contents	目次	Page / ページ
1. Introduction	1. イントロダクション	3
1.1 Definition of terms	1.1 用語の定義	3
1.2 Areas of application	1.2 適用範囲	3
2. Lubricant supply and tools	2. 潤滑油供給と工具	4
3. Lubricating fluid	3. 潤滑油	5
4. Preparation of the lubricant	4. 潤滑油供給	6
4.1 Definition of lubricant circuits	4.1 潤滑油回路の定義	6
4.2 Overview of lubricant preparation methods	4.2 潤滑油供給方法の概要	6
4.3 Lubricant preparation systems	4.3 潤滑油供給システム	8
4.3.1 Centralized low-pressure supply	4.3.1 集中低圧供給	9
4.3.2 Decentralized high-pressure preparation with centralized low-pressure supply	4.3.2 集中低圧供給付き分散高圧供給	10
4.3.3 Decentralized low-pressure and high-pressure preparation	4.3.3 分散低圧及び分散高圧供給	11
5. High-pressure supply pumps	5. 高圧供給ポンプ	12
5.1 Types of pump	5.1 ポンプ形式	12
5.2 Moog radial piston pumps for flame-retardant fluids	5.2 難燃性作動油用Moogラジアルピストンポンプ	15
5.2.1 Drive mechanism	5.2.1 動作原理	15
5.2.2 Types of controller	5.2.2 コントローラー形式	17
5.2.3 Electromechanical servo drive for pump servo control	5.2.3 サーボ制御ポンプ用電気機械式サーボドライブ	18
6. Pressure monitoring	6. 圧力モニター	19
6.1 Electronic pressure switches from Moog	6.1 Moog電子圧カスイッチ	19
6.2 Electronic flow indicator	6.2 電子流量インジケータ	20
7. Filter technology	7. フィルター技術	21
7.1 Twin switchover easy-change filter	7.1 2系統切り替えフィルター	21
7.2 Streamline wire filter	7.2 三角形分割ワイヤフィルター	22
8. Valve technology	8. バルブ技術	24
9. Complete systems from Moog specialist representatives	9. Moog代表システム	25

MC = Machining centre  
KSM = Lubricant

MC = マシニングセンタ  
KSM = 潤滑油

## 1. Introduction

Continual further developments in manufacturing and material technology are leading to greater feedrates and cutting speeds in the field, which are in turn giving rise to increasingly demanding requirements for lubrication systems.

This brochure endeavours to answer to these demands. In addition to an overall look at lubricant preparation systems in use today, special Moog systems for high-pressure lubrication are presented and explained.

### 1.1 Definition of terms

In order to guarantee not just lubrication of the tool tip but also the steady-removal of chips, thereby protecting the tool from temperature peaks (tool breakage or cold fusing), a constant flow of lubricant is required throughout the machining period. To this aim, in certain applications the lubricant must be supplied to the cutting edge at increased pressure. This is referred to as high-pressure lubrication.

### 1.2 Areas of application

High-pressure lubrication is used for:

Very high cutting speeds (spindle speed > 10,000 to 24,000 rpm)

Very high feedrates

(up to 15,000 mm/min)

Deep-hole drilling:

Drilling depth > 20 x hole Diameter

## 1. インTRODククション

製造及び材料の技術革新によって、現場での送り速度及び加工スピードは上昇してきており、そのことにより潤滑油システムへの要求が高まっています。

このパンフレットは、その要求に答えるものです。今日使われている潤滑油供給システムの概要に加え、Moog独自の高圧潤滑油供給システムの紹介、説明をします。

### 1.1 用語の定義

工具の潤滑と、切りくずの安定した排出を保証するため、また高温から工具を守る（工具破損や冷間溶解）ため、機械加工中常に潤滑油の供給が必要です。これを目的に、高圧で加工部位に潤滑油を供給しなければならないシステムがあります。これが、高圧潤滑と呼ばれるものです。

### 1.2 適用範囲

高圧潤滑は、以下の条件で用いられます。

- 超高速加工（スピンドルスピードが10,000 ~ 24,000rpm以上）
- 超高速送り（15,000mm / minまで）
- 深穴加工：穴径の20倍以上の加工深さ

Hole diameter / 穴径	possible drilling depths / 可能な加工深さ
0,5 ~ 3 mm	20 ~ 100 mm
3 ~ 5 mm	100 ~ 150 mm
5 ~ 20 mm	150 ~ 1000 mm
> 20 mm	~ 15000mm

## 2. Lubricant supply and tools

In high-pressure lubrication, the lubricant is delivered through the spindle and tool to the tool tip at a pressure of 20 to 200 bar and a flow rate of 2.5 to 1,000 l/min. It then returns to the tank together with the chips along a special chip groove. Different special drills are used depending on the hole diameter, drilling depth, drilling method and work process (rough-drilling, boring, step drilling).

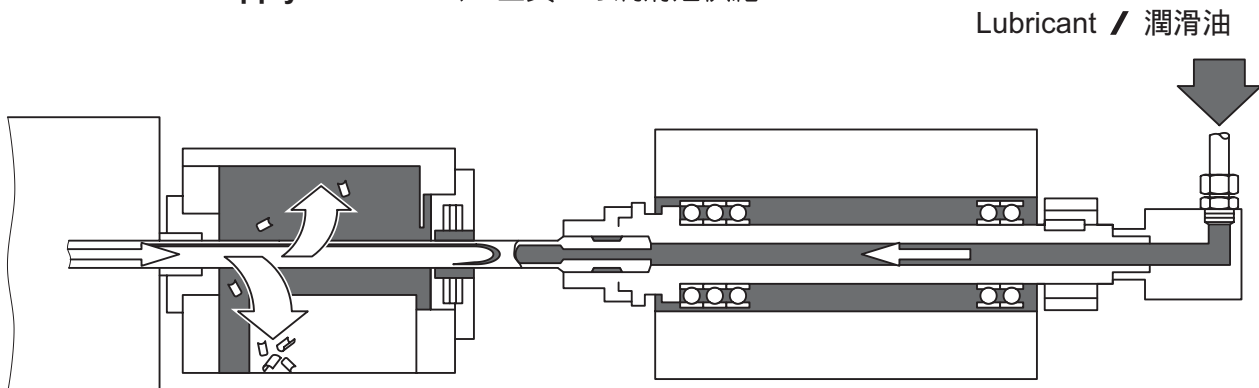
A constant flow of lubricant must be maintained throughout the entire machining cycle. To this aim, the lubricant pressure is continuously monitored in order to detect any restrictions in or closing of the return channel which would lead to a blockage of lubricant. If the lubricant circulation is disturbed, the pressure rises beyond a tolerance range. If this happens, the work cycle must be aborted immediately in order to protect the tool from destruction due to overheating. The machining cycle can be continued once the tool has been removed from the workpiece and the drill-hole flushed out.

## 2. 潤滑油供給と工具

高圧潤滑においては、潤滑油は、スピンドルと工具を通して加工部位に、圧力が20から200気圧、流量が2.5から1,000L / minで供給されます。そして、切りくず排出溝を通して切りくずと共に、タンクに戻ります。穴径、穴深さ、穴加工方法及び加工工程（下穴加工、なかぐり、段付き穴加工）にしたがって、異なった特殊ドリルが用いられます。

全ての加工工程を通して、コンスタントな潤滑油供給を維持しなければなりません。そのため、潤滑油圧力は常時モニターされ、潤滑油供給遮断につながる、全ての制限や戻り経路の閉止を検出します。潤滑油回路に障害が生じた場合は、圧力が許容範囲を超えて上昇します。その場合、過熱による工具の破損を防止するため、加工サイクルは直ぐに停止しなくてはなりません。切りくずが加工部品及びドリル加工穴から取り除かれた後、加工サイクルは再スタート出来ます。

### Lubricant supply to the tool / 工具への潤滑油供給



### 3. Lubricating fluid

In order to achieve high surface quality, long tool life and dimensional stability, the heat produced during cutting must be removed as well as the chips, so that tools and workpieces do not become excessively hot. Further, it must be ensured that there is sufficient lubrication between the tool and workpiece. For high-pressure lubrication, cutting oils and emulsions of varying viscosity and lubricating properties are employed:

#### Cutting oils:

Advantages:

- Compatible with standard hydraulic components
- Good lubricating properties
- High viscosity

Disadvantages:

- Explosion hazard through spontaneous ignition (safety flaps required)
- Harmful to the environment.

#### Emulsion:

e.g. Blasocut 4000, Rhenus  
( < 10 % oil in water )

Advantages:

- Good cooling properties
- Flame-retardant
- Better for the environment

Disadvantages:

- Aggressive (corrosion)
- Low viscosity
- Poor lubricating properties
- Low operating temperature  
( < 50 °C )
- Risk of bacterial contamination  
(regular replacement necessary)
- Poor compatibility with standard hydraulic components.

### 3. 潤滑油

高い加工表面品質、工具のロングライフ、安定した加工寸法を得るためには、切りくず排出と共に、加工中に発生する熱を除去し、工具と加工部品を過熱しない様にしなければなりません。そのためには、十分な潤滑油供給を、工具と加工部品の間にしなければなりません。高圧潤滑には、様々な粘性と潤滑特性を持つ切削油及びエマルジョン（水溶性切削油）が用いられます。

切削油：

長所：

- 標準的な油圧機器と両立できる
- 潤滑特性に優れる
- 高粘性

短所：

- 自然発火による爆発の危険性（安全扉が必要）
- 環境に有害

エマルジョン：

例えばBlasocut4000（Rhenus社、オイル成分10%以下）

長所：

- 冷却特性が優れる
- 難燃性
- 環境にやさしい

短所：

- 活性（腐食）
- 低粘度
- 動作温度が低い（50 以下）
- バクテリアの発生（定期的な交換が必要）
- 標準的な油圧機器との両立が難しい

#### 4. Preparation of the lubricant

In lubricant preparation, we must distinguish between two types of lubricant circuit:

##### Low-pressure supply

For flushing and cooling the machine table (delivered through spray nozzles).

##### High-pressure supply

For removing chips and heat and lubricating the tool tip (delivered through the spindle and tool).

#### 4. 潤滑油供給

潤滑油の供給は、2つの潤滑油供給回路に分類されます。:

##### 低圧供給

機械テーブルの洗浄、冷却用（スプレーノズルから放出する）

##### 高圧供給

切りくず、熱の除去及び工具チップの潤滑用（スピンドルと工具を通して放出する）

#### 4.1 Definition of lubricant circuits

#### 4.1 潤滑油回路の定義

Lubricant circuit 潤滑油回路	Pressure 圧力	Share of lubricant overall volume 潤滑油の全容量に対する割合	Filtration grade フィルトレーション グレード
Low pressure 低圧	3 ~ 4 bar 3 ~ 4気圧	ca. 90 % 約90%	50 ~ 120 µm 50 ~ 200 µm
High pressure 高圧	20 ~ 200 bar 20 ~ 200気圧	ca. 10 % 約10%	25 ~ 30 µm 25 ~ 30 µm

#### 4.2 Overview of lubricant preparation methods

Different methods of lubricant preparation are used in the field depending on local circumstances and the number or layout of systems:

#### 4.2 潤滑油供給方法の概要

現場では、その環境やシステムの数、レイアウトに合わせ、種々の潤滑油供給方法が使われています。

##### 1 Centralized low-pressure supply / preparation

- Transfer lines
- Factory floors with several (linked) machining centres (MC's).

##### 1 集中低圧供給

- トランスファーライン
- いくつかの（リンクされた）マシニングセンタ（MC）のある工場フロア

##### 2 Decentralized low-pressure supply/preparation

- Standalone systems.

##### 2 分散低圧供給

- 標準的システム

##### A Centralized high-pressure supply/preparation

- Transfer lines
- Factory floors with several (linked) machining centres.

##### A 集中高圧供給

- トランスファーライン
- いくつかの（リンクされた）マシニングセンタのある工場フロア

##### B Decentralized high-pressure supply/preparation

- Transfer lines
- Factory floors with several (linked) machining centres
- Individual systems.

##### B 分散高圧供給

- トランスファーライン
- いくつかの（リンクされた）マシニングセンタのある工場フロア
- 独立したシステム



### Combinations of lubricant preparation methods

潤滑油供給の組み合わせ手法

Combination 組み合わせ	Application アプリケーション	Advantages 長所	Disadvantages 短所
1 + A	very seldom ほとんど無し	economical to purchase and maintain 購入及び維持が経済的	very high risk of shutdown of entire transfer line if pump fails ポンプが故障した際に、トランスファーライン全体が操業停止する危険大
1 + B	Standard for linked MC's リンクしたMCでの標準	each system has its own high- pressure supply; pressure can be individually adjusted  other systems do not shutdown in event of pump failure or filter replacement  separate filtration of high- pressure pumps  各々のシステムが専用の高圧供給ラインを持つ；圧力が個々に設定できる  ポンプ故障やフィルター交換時でも、他のシステムは停止しない  高圧ポンプのフィルトレーションが分離している	more expensive to buy and maintain (replacing or cleaning filters of each machine) 購入及び維持（各機械のフィルター交換または洗浄）が更に高価
2 + A	none 無し		
2 + B	Standard for individual MC's 独立したMCでの標準	System is not tied to centralized lubricant supply システムが集中潤滑供給装置に繋がっていない	relatively high expenditure for lubricant preparation per system 各システムに対する、潤滑油の消費が比較的多い

### 4.3 Lubricant preparation systems

Below, some examples of possible lubricant preparation systems are presented.

In practice, the choice of preparation system is based on the material to be processed (aluminium, steel, magnesium, cast-iron).

Depending upon the material, different types of chips (short, long, twisted) or sandy machining residues are produced.

The lubricant must be cleaned continuously as appropriate for the materials (shape and type) being machined. The following methods are used for this:

- Sedimentation basin
- Chip conveyor
- Ribbon filter (paper or metal, partially self-cleaning)
- Centrifuges
- Streamline wire filter
- Twin switchover easy-change filter (cartridge filter).

Moreover, the location varies depending on the number of system circuits required.

### 4.3 潤滑油供給システム

以下に、いくつかの可能な潤滑油供給システムを紹介します。

実際には、供給システムの選択は、加工材料（アルミニウム、鋼、マグネシウム、鋳鉄）により決められます。

材料によって、様々なタイプの切りくず（短いもの、長いもの、ねじれたもの）や砂状の加工くずが生じます。

潤滑油は、加工により生じた切りくず（形状や種類）に合わせ、適切に常時洗浄しなければなりません。

これには以下の方法が用いられます。

- 沈殿槽
- 切りくずコンベア
- リボンフィルター（紙または金属製、部分的には自己洗浄型）
- 遠心分離機
- 三角形分割ワイヤーフィルター
- 2系統切り替え交換式フィルター（カートリッジフィルター）

さらに、配置は、要求されるシステムの回路の数により、異なります。

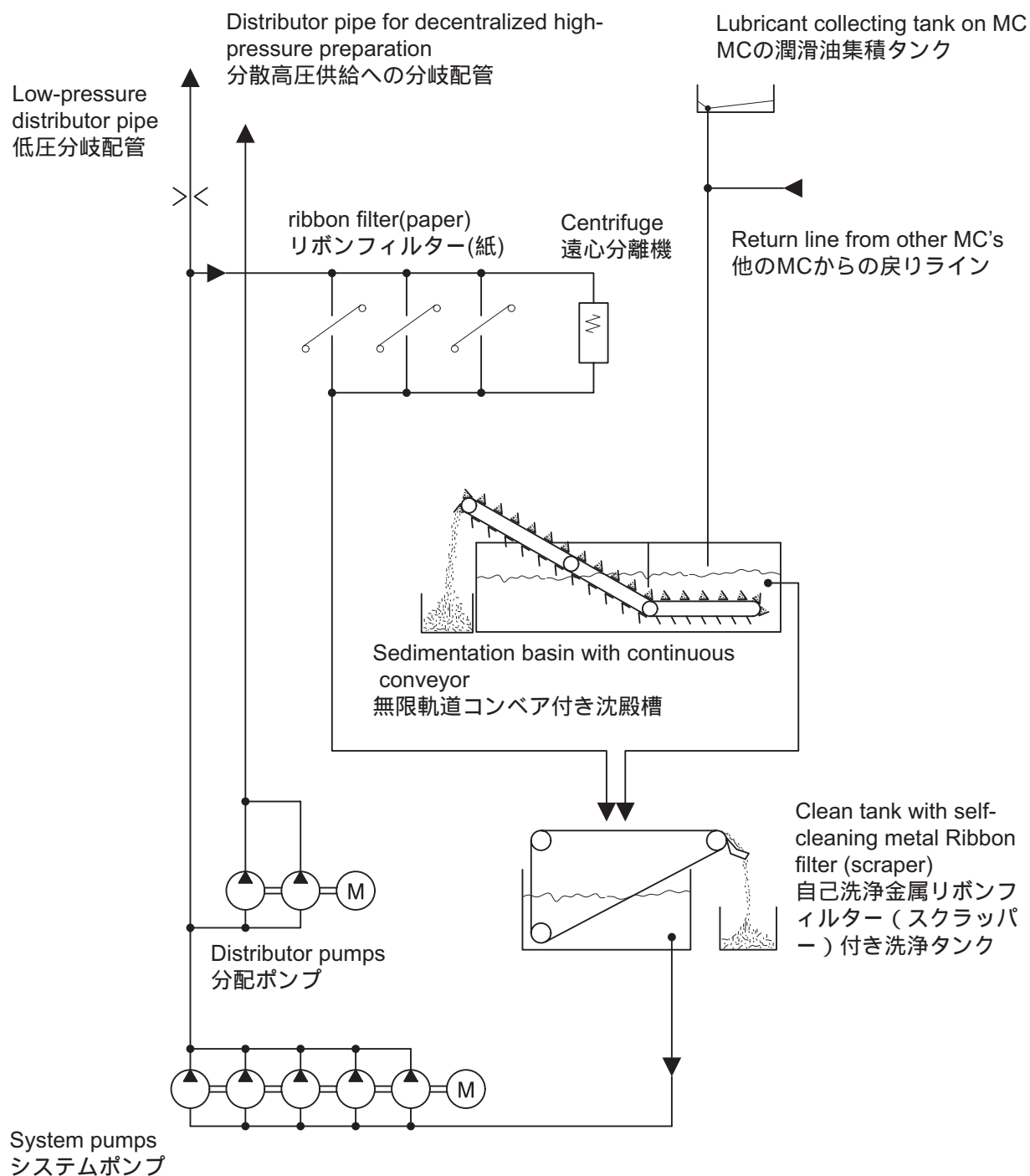


#### 4.3.1 Centralized low-pressure supply (1)

Sketch showing the basic course of a centralized low-pressure supply

#### 4.3.1 集中低圧供給 (1)

下図に、集中低圧供給の基本回路を示します。

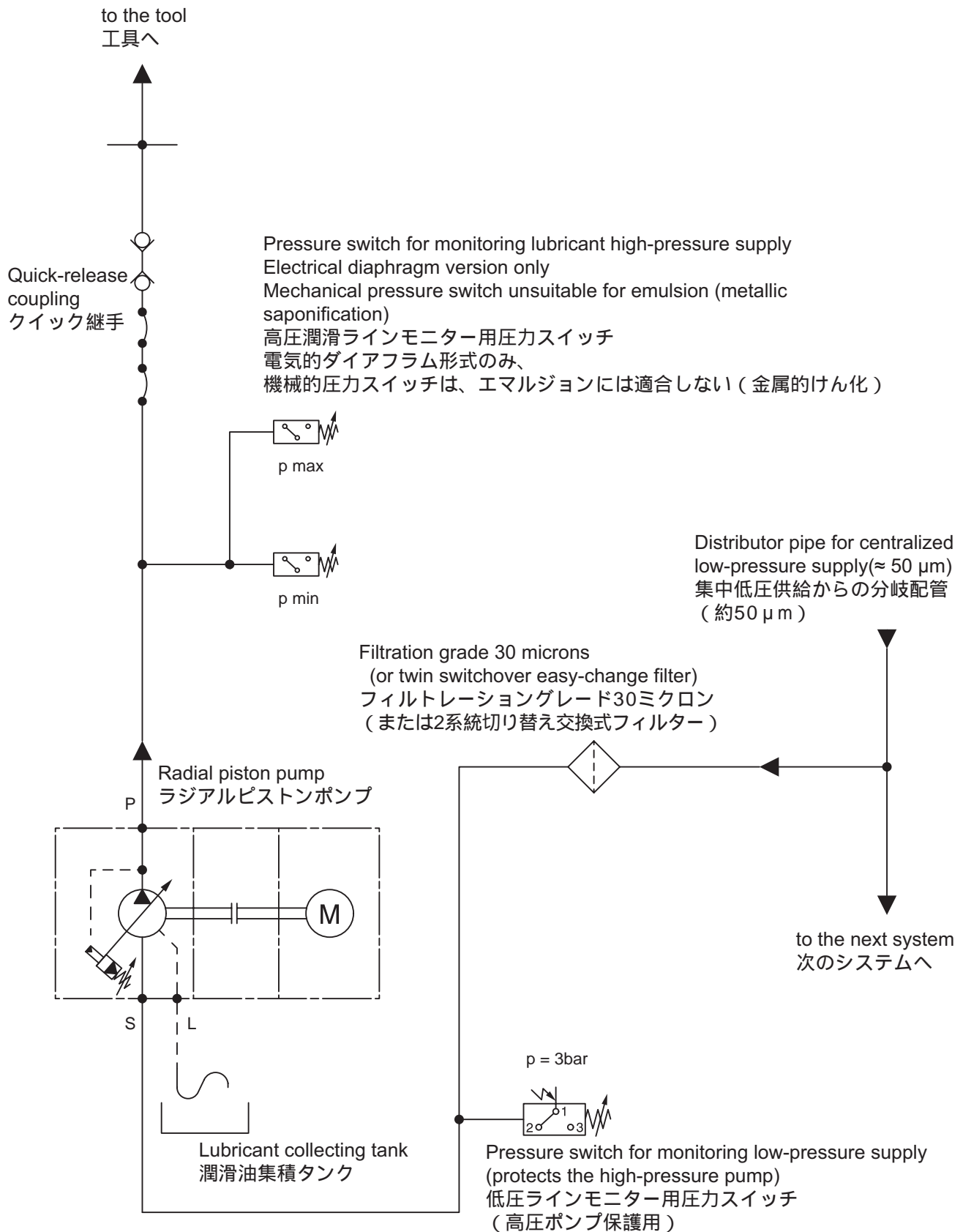


### 4.3.2 Decentralized high-pressure preparation with centralized low-pressure supply (1 + B)

Sketch showing the basic course of decentralized high-pressure preparation

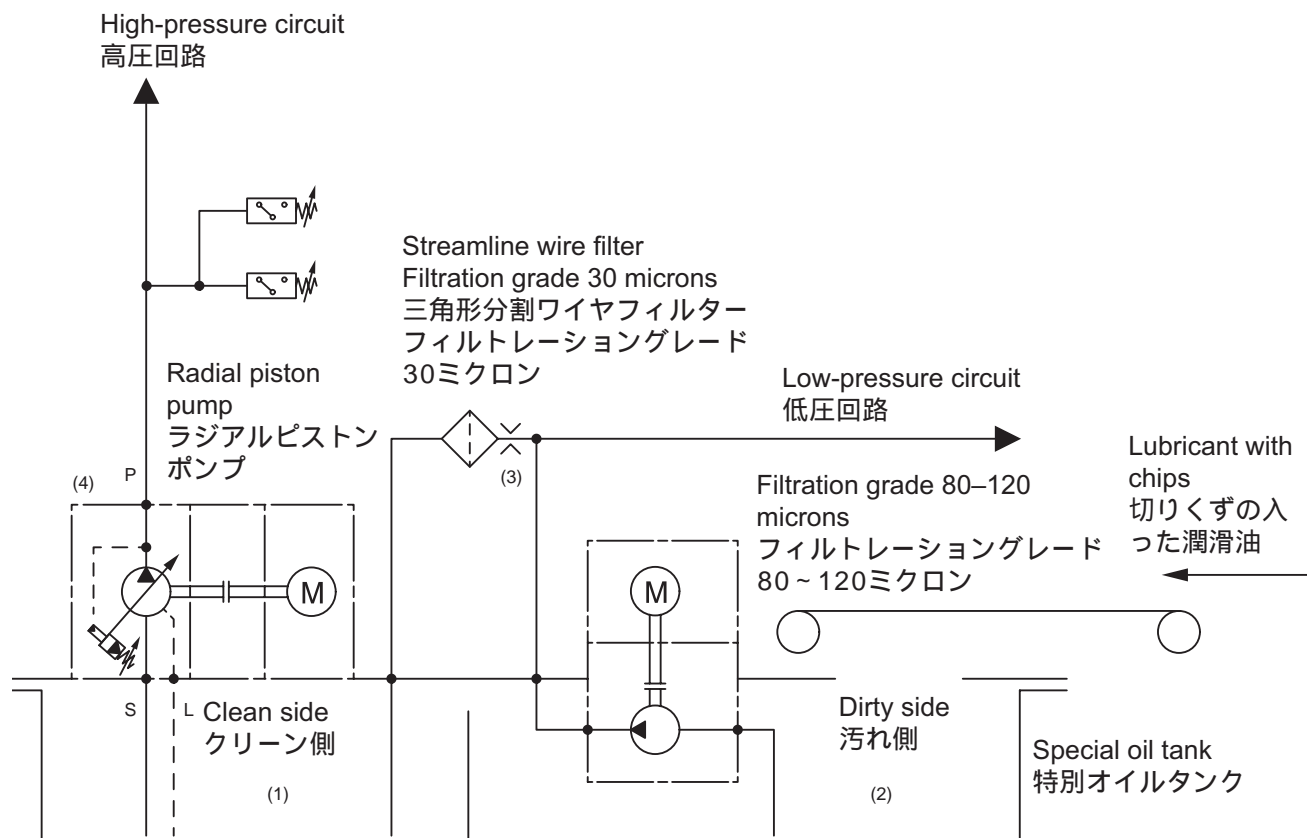
#### 4.3.2 集中低圧供給付き分散高圧供給(1+B)

下図に、分散高圧供給の基本回路を示します



### 4.3.3 Decentralized low-pressure and high-pressure preparation (2 + B)

#### 4.3.3 分散低圧及び分散高圧供給(2+B)



Here, the low-pressure and high-pressure preparation circuits are rigidly mounted to the individual system (MC). The lubricant mixed with chips flows through a paper filter into the dirty side of a two-part special tank. The clean tank (1) is connected to the dirty side (2) in the form of an overflow tank. The max. required flow in the high-pressure circuit is set by a restrictor (3). If less lubricant is needed (different tool or lower feedrate), and therefore less lubricant is sucked up by the high-pressure pump, the rest of the lubricant – now filtered to 30 µm – runs back into the dirty oil tank. This continuous circulation means that the lubricant is continually cleaned and cooled.

ここでは、低圧と高圧の供給回路が、個々のシステム (MC) に設置されています。切りくずの入った潤滑油は、紙フィルターを通して、2つに区切られた特別なタンクの汚れ側に流れ込みます。オーバーフロータンクの形式で、クリーン側タンク(1)は汚れ側タンク(2)につながります。高圧供給回路に必要な最大流量は、絞り(3)でセットされます。もし小流量の潤滑油が必要な場合 (異なる工具や低い送り速度の場合) は、必要な流量だけ高圧ポンプが吸い上げ、残りの潤滑油 - 30ミクロンでフィルトレーション済み - は、汚れ側オイルタンクに戻ります。この連続的な循環により、潤滑油は常に洗浄及び冷却されます。

If very coarse steel chips are produced during machining, a sedimentation basin with continuous conveyor is installed in front of the dirty oil tank.

The lubricant is already roughly pre-cleaned before it flows via an overflow through the ribbon filter and into the dirty oil tank.

Due to the formation of condensation, the special oil tank must be resistant to corrosion.

If the tank is painted, compatibility with a possibly alkaline lubricant must be tested.

The high proportion of water in the lubricant means that the latter is frequently subject to the formation of microbes and bacterial contamination during operation of high-pressure lubrication systems. This putrefaction of the emulsion is not only unpleasant due to the smell of the hydrogen sulphide which is produced, but the dropping of the pH value also leads to increased corrosion.

The result is that the lubricant must be completely renewed at regular intervals. This inconvenience must be borne in mind when designing the special oil tank by providing an easily accessible tank interior (tank cap) and a drain cock.

もしとても大きな切りくずが加工中に生じる場合は、無限軌道コンベア付き沈殿槽が、汚れ側オイルタンクの前に設置されます。潤滑油は、リボンフィルターを通して汚れ側オイルタンクに流れ込む前に、既に大まかに前洗浄されることになります。

凝集形成のため、特別オイルタンクは腐食防止が施されています。

もしタンクがペイントされている場合、アルカリ潤滑油が使えるかどうかのテストが必要です。

高含水潤滑油では、高圧潤滑油システムの稼働中に、細菌やバクテリアでの汚染がたびたび起こることがあります。このエマルジョンの腐敗は、酸化硫化物のやな匂いを発生するだけでなく、腐食を更に進めるpH値低下の要因となります。

従って、潤滑油は定期的に全て交換しなければなりません。この件に関しては、特別オイルタンクを設計する際には、タンク内部に容易に接近できるもの（タンクキャップ）やドレインコックを付けることを覚えておかなければなりません。

## 5. High-pressure supply pumps

### 5.1 Types of pump

Two types of pump are used in high-pressure supply systems. The table on the following page presents the advantages and disadvantages of these two pump systems. This table shows that the variable displacement pump offers considerable advantages for high-pressure lubrication as compared with the constant displacement pump.

## 5. 高圧供給ポンプ

### 5.1 ポンプ形式

高圧供給システムには、2つのポンプ形式が使われます。次のページの表に、この2つのポンプの長所、短所をまとめてあります。この表から、可変容量形ポンプが、定容量形ポンプに比べ、高圧潤滑油に対しては、かなり優位であることが分かります。

	Advantages 長所	Disadvantages 短所
Constant displacement pump (screw pump, centrifugal pump)  定容量形ポンプ（スクルーポンプ、ペーンポンプ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Relatively insensitive to dirt</li> <li>- 比較的ごみに強い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Poor efficiency (heating of lubricant, operating temperature more critical than with mineral oil, max. 50 °C)</li> <li>– Short life (partly &lt; 4 months)</li> <li>– Noise</li> <li>– Q and p cannot be adapted to suit different tools</li> <li>- 効率が悪い（潤滑油の発熱、運転温度条件は鉱油の場合よりも厳しい。Max50℃）</li> <li>- 短寿命（部分的には4ヶ月以下）</li> <li>- 騒音</li> <li>- 流量／圧力制御ができないので異なった工具へ適合しない</li> </ul>
Variable displacement pump (radial piston pump)  可変容量形ポンプ（ラジアルピストンポンプ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Good efficiency</li> <li>– Long life when appropriate filtering ensured</li> <li>– Pressure and/or flow compensator electrically or mechanically adjustable</li> <li>– Suitable for high pressure up to 210 bar</li> <li>– Low power loss as flow can be adjusted to suit requirements</li> <li>- 高効率</li> <li>- 適切な清浄度管理にて長寿命</li> <li>- 圧力または流量コンペンセータが、電氣的または機械的に調整可能</li> <li>- 最大210気圧までの高圧力に適合</li> <li>- 要求に合わせ吐出流量を調整することで、低い動力損失</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Special filters required (filtration to min. 30 µm, filtering surface 3–5 times that for mineral oil, must be HFA-compatible if emulsion used)</li> <li>- 特別なフィルターが必要（エマルジョン使用の場合、最小30µmのフィルトレーション、しかも鉱油に対し3から5倍の表面積のHFA対応可能なフィルターが必要）</li> </ul>

Since the flow can be adjusted to suit different machining cycles, a considerable amount of energy can be saved and power loss can be minimized. Depending on the work operation and tool, the flow which is actually required lies far below the maximum capacity of the pump.

If a constant displacement pump is used, the surplus oil returns via the pressure relief valve to the tank, where it leads to continuous heating of the oil. This excess heat must be eliminated from the cooling system by additional cooling measures (heat exchangers). This is particularly the case because largely aqueous lubricants are more limited in terms of temperature than mineral oil (max. 50 °C).

In addition to an increased risk of cavitation in the pump (lower boiling point), the rise in fluid temperature also increases the risk of the fluid being destroyed by the formation of bacteria. This means that the fluid must be replaced more frequently, not to mention the necessary cleaning (flushing) of tanks, lines and hydraulic components.

Furthermore, adapting the flow in line with the actual demand leads to a lower filter throughput, thus enabling filters to last much longer.

種々の加工サイクルに見合う流量に調整することで、かなりのエネルギー量が節約でき、動力損失が最低に出来ます。作業行程や工具次第で、本当に必要とされる流量は、ポンプの持つ最大容量よりかなり小さいです。

もし定容量形ポンプが使用された場合、余った油は圧力リリーフバルブを通してタンクに戻り、油は常に加熱されることになります。この過熱は、付加的冷却手段（熱交換器）から除去されなければなりません。このことは、多くの水溶性潤滑油の場合は鉱油に比べ温度に関して制限があることから（最大50℃）、特別な問題です。

ポンプ内でのキャビテーション発生（低沸点）の危険性の増大に加え、作動油の温度上昇でバクテリアが発生し、作動油自体が壊される危険性が増大します。これにより、タンク、配管、油圧機器の清浄（フラッシング）が必要だけでなく、作動油の定期的交換が必要となります。

さらに、実際に要求される適切な流量に調整することで、フィルターでの処理量は少なくなり、従ってフィルターが長持ちすることになります。



## 5.2 Moog radial piston pumps for flame-retardant fluids

For a long time now, Moog radial piston pumps have been used as an alternative to constant displacement pumps. Here, despite the low viscosity ( $2\text{--}10\text{ mm}^2/\text{s}$ ) and oil concentration ( $< 10\%$  oil in water) of the lubricant and the associated problems with sealing and lubrication, good results were consistently obtained with the variable displacement pump. This, of course, always subject to the premise that appropriate filtering to  $< 30\text{ }\mu\text{m}$  was ensured.

A filtration grade of  $< 25$  microns can only be achieved in emulsions with difficulty, because this destroys the molecular structure of the fluid and the water may be separated from the oil or additives filtered out.

The filtration grade is therefore always a compromise between what is technically possible and what is actually necessary for trouble-free operation.

### 5.2.1 Drive mechanism

The pump version for flame-retardant fluids has been modified especially for critical fluids and has undergone endurance tests.

In order to increase service life even when working with critical fluids, an additional sliding layer has been created to supplement the standard hydrostatic compensation of the slipper pads. This results in reduced wear on parts which slide against each other.

The use of hydrostatic pressure compensation using ring gaps to reduce bearing pressure has also proven to be of advantage with regard to low viscosity fluids.

In order to compensate forces between the slipper pad and stroke ring or between the control journal and cylinder block on the delivery side, high pressure is conveyed to the affected places via ring gaps and boreholes. At the same time, geometrically optimized cross-sections ensure a greater lubricating film on the hard functional parts which rub against one another.

## 5.2 難燃性作動油用

### Moog ラジアルピストンポンプ

長い間、Moogのラジアルピストンポンプは、定容量形ポンプに代わるものとして使われてきました。ここでは、潤滑油の低粘性 ( $2\text{--}10\text{ mm}^2/\text{s}$ ) や低い油成分 (水の中に10%以下)、さらにシール性や潤滑性に問題が生じると予想されるにもかかわらず、可変容量形ポンプで、常に良い結果が得られています。もちろん、ここでは $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下のフィルターが常に使われていることが前提となります。

エマルジョンでは、25ミクロン以下のフィルトレーショングレードが、ぎりぎり使える限界です。なぜなら、作動油の分子が分解され、水分が油成分より分離してしまったり、重要な添加物がろ過されてしまうかもしれないからです。

従って、フィルトレーショングレードは、常に、技術的に何が可能か、ノントラブルでの作動に本当に必要なのは何か、の折衷案となります。

### 5.2.1 動作原理

難燃性作動油用ポンプ形式は、限界作動油用に特別に改造され、耐久試験が行われました。

限界作動油での稼動においても修理期間を向上させるため、スリッパパッドにある標準の静水圧補償に加え、摺動層が追加されています。これにより、互いに摺動することで生じる部品の摩耗を低減しています。

軸受け圧を低下するリングギャップを使っての、静水圧圧力補償の利用により、低粘性作動油に関し利点があることを保証しています。

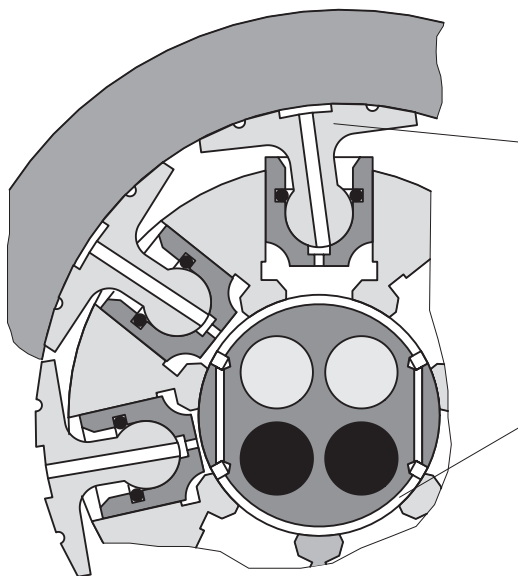
スリッパパッドとストロークリング間、または吐出側コントロールジャーナルとシリンダーブロック間の発生力を補償するため、高圧力がリングギャップやボア穴を通して必要な場所に伝えられます。同時に、幾何学的な最適断面形状により、互いに摩擦する硬い機能部品表面に、より大きい潤滑膜を保証しています。

This prevents uneven wear to sliding surfaces and therefore premature failure of the pump flow. Provided that the filtration grade of the fluid is sufficient, a longer life for the pump is achieved even where there is a higher concentration of dirt and with low-viscosity fluids.

When installing the pump, it must be ensured that the drive shaft is positioned horizontally.

これにより、摺動表面の不均一摩耗を防ぎ、従ってポンプ流量の早期故障を防ぎます。十分なフィルトレーショングレードを備えることで、ごみが多く集まった作動油や、低粘性作動油においても、ポンプの長寿命が得られます。

ポンプを据え付ける際は、ドライブシャフトは水平に設置されなければなりません。



Slipper pads with optimized cross-sections  
最適断面形状のスリッパパッド

Hydrostatic pressure compensation through ring gaps  
リングギャップを通過する静水圧圧力補償

### Flushing the housing:

Flushing the housing is recommended in order to ensure the continuous removal of dirt. If the housing – as often happens in practice – is not continuously flushed, then it must be ensured that the drain port leads into the clean chamber of the tank (end of the line below the minimum fluid level), in order to prevent dirt from penetrating the housing.

### ハウジングの洗浄:

ごみを常に取り除くことを保証するため、ハウジングの洗浄を推奨します。もしハウジングが常に洗浄されない - 実際にはしばしば起こる - 場合は、ハウジングに入り込むごみを防ぐため、ドレインポートはタンクの清浄層（配管端は最低作動油レベル以下）に繋がなければなりません。

### 5.2.2 Types of controller

Three types of controller are used in the field for deep-hole drilling:

#### Closed-loop pressure control (F and H controllers):

Constant lubricant pressure adjustable, either manually (F) or by means of a prop. pressure control valve (H); Q variable in accordance with system resistance (common, standard system).

#### Closed-loop pressure and flow control (J and R controllers):

Constant lubricant flow adjustable via proportional throttle valve (orifice). Pressure limitation by means of pressure control valve.

#### Servo control (C controller):

Lubricant flow adjustable. Either manually or using a lever, but mostly combined with electrical servo drive:

- Simple machine operation
- Closed-loop control dispensed with.

In addition to increased wear due to the operating fluid, in high-pressure lubrication circuits failure may also be caused by clogging of the controller nozzle ( $\varnothing 0.8$  mm).

### 5.2.2 コントローラ形式

深穴加工には、現場では3種類のコントローラーが使われています。

#### クローズループ圧力制御 (F及びHコントローラー):

マニュアル操作 (F) か、比例圧力制御弁により (H), 潤滑油の一定圧力を調整可能です。Q 流量はシステムの抵抗により変化します (一般的に、標準的システム)

#### クローズループ圧力及び流量制御 (J及びRコントローラー):

比例スロットル弁 (オリフィス) により、潤滑油の一定流量が調整可能です。圧力制御弁により圧力は調整されます。

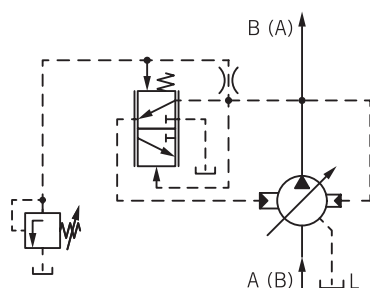
#### サーボ制御 (Cコントローラー):

潤滑油流量が調整可能です。マニュアル操作かレバーを使って行われますが、多くは電気サーボ駆動と組み合わせられます。

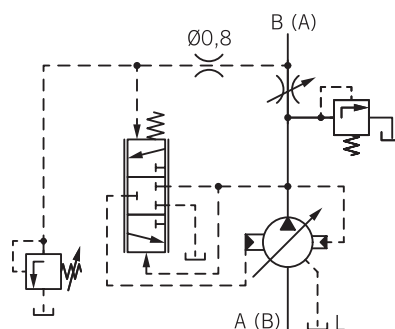
- シンプルな機械操作
- クローズループ制御が要らない

作動油による摩耗の増加に加え、高圧潤滑油回路においては、制御ノズル (径0.8mm) のつまりによる作動不良が生じることがあります。

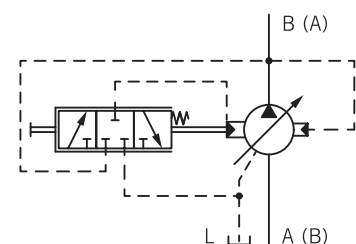
Closed-loop pressure control (H)  
クローズループ圧力制御 (H)



Closed-loop pressure and flow control (J)  
クローズループ圧力及び流量制御 (J)

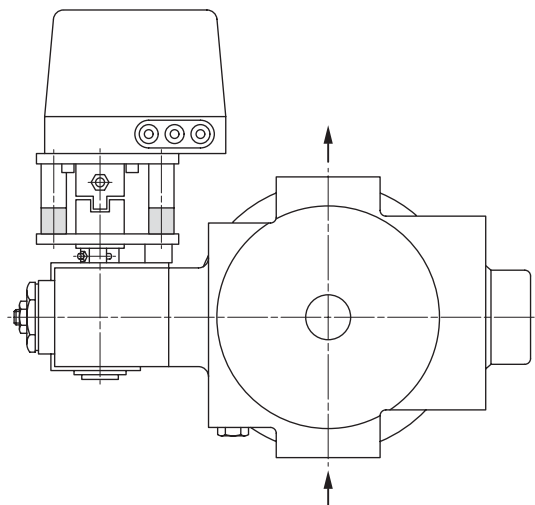


Servo control (C)  
サーボ制御 (C)



### 5.2.3 Electromechanical servo drive for pump servo control

#### 5.2.3 サーボ制御ポンプ用電気機械式サーボドライブ（C形）



In this drive, the control shaft of the spool sleeve is not actuated by a control lever but by an electrical servo drive (synchronous motor), which is attached to the control shaft via a coupling.

この方式の駆動では、スプールスリーブの制御軸は、コントロールレバーではなく、カップリングを介して制御軸に取り付けられた電気サーボ駆動（同期モーター）にて駆動されます。

#### Advantages of this type of system:

- Simple, economical pump remote control
- Infinitely adjustable
- Limit switch for stroke limitation.

#### 本形式の長所

- シンプルで経済的なリモートコントロールポンプ
- 微調整可能
- 変位制御用リミットスイッチ

### Moog radial piston pumps for flame-retardant fluids (see AKY 002/3)

難燃性作動油用Moogラジアルピストンポンプ（カタログAKY002/3参照）

Pump ポンプ	H controller Hコントローラー	J controller Jコントローラー	C controller Cコントローラー
RKP 19	0 514 400 239	on request 要求による	on request 要求による
RKP 32	on request 要求による	0 514 500 399	on request 要求による
RKP 45	0 514 600 091	on request 要求による	on request 要求による
RKP 63	0 514 700 371	0 514 700 377	0 514 700 591

### Electromechanical servo drive / 電気機械式サーボドライブ

Pump / ポンプ	Servo drive / サーボドライブ
RKP 19/32/45	0 813 720 201
RKP 63	0 813 720 202

## 6. Pressure monitoring

The high-pressure side must be monitored irrespective of the type of controller used.

Here, both the maximum and minimum pressure must be monitored by pressure switches. If the maximum pressure is exceeded this may lead to a bottleneck in the flow of lubricant to the tool. The machining process must then be aborted immediately in order to avoid tool breakage. The tool is retracted from the workpiece and flushed. The machining cycle can then be continued.

### 6.1 Electronic pressure switches from Moog

Mechanical switches must not be used when employing emulsions. Saponification of the emulsion will lead to the destruction of the mechanical parts and failure of the pressure switches after only a short operating period. With electronic pressure switches with pressure diaphragm, this risk does not arise.

Further advantages of electronic pressure switches:

- No mechanically moving parts
- Presetting via keyboard without system pressure
- Lockout function using electr. code
- System pressure is continuously displayed.

## 6. 圧力モニター

高圧側は、使われている制御形式に依らず、モニターされていなければいけません。

ここでは、最大及び最小圧力が、圧力スイッチによってモニターされています。最大圧力が超過している場合、工具への潤滑油の流れが制限されることとなります。工具の破損を防ぐため、加工工程は即座に停止しなければなりません。工具は加工物から引き戻され、洗浄されます。そして加工工程は続けることが出来ます。

### 6.1 Moog 電子圧力スイッチ

エマルジョンを使用している時は、機械式スイッチは使用してはいけません。エマルジョンのけん化により、短期間の動作時間で、機械部品は破壊し、圧力スイッチは故障します。圧力ダイアフラム式電子圧力スイッチを用いることで、この危険は生じません。

さらに、電子圧力スイッチの長所は、以下の通りとなります。

- 機械的に動く部品が無い
- 供給圧無しで、キーボードからプリセット出来る
- 電気コードによるロックアウト機能
- 供給圧を常時表示

The following variants of electronic pressure switches are available.

下記のような電子圧力スイッチの形式が可能です。

	p [bar]	Plug design プラグ設計	Mounting method 搭載方法
0 811 405 560	100	M12 plug	Subplate サブプレート
0 811 405 561	160		
0 811 405 562	250		
0 811 405 563	350		
0 811 405 564	100	Cubic plug DIN 43 650 キュービック プラグ DIN 43 650	
0 811 405 565	160		
0 811 405 566	250		
0 811 405 567	350		



In addition to the high-pressure side, the pump inlet should also be monitored in decentralized high-pressure supply systems in order to protect the high-pressure pump from damage caused by cavitation. For this purpose, a flow sensor is frequently used instead of a pressure switch.

## 6.2 Electronic flow indicator

Electronic flow indicators based on the calorimetric principle are used in the field to monitor the flow of lubricant in the pump inlet. This system functions without mechanically moving parts and regardless of the viscosity and direction of flow of the fluid.

The flow sensor can be screwed directly into the pipeline in any location and is in direct contact with the fluid. A heat source in the sensor generates a local increase in temperature which is measured by a sensor. When the fluid is flowing, the heat source is deprived of energy. The resulting change in temperature is a measure of the flow and is output as a signal "fluid flowing" when a preset setpoint is reached.

In order to avoid measuring inaccuracies due to a changing fluid temperature, the latter is measured separately and taken into account when determining the flow value.

高圧力側のモニターに加え、キャビテーションによる損傷から高圧ポンプを保護するため、分散高圧供給システム内のポンプインレット側も、検出しなければいけません。この為に、しばしば流量センサーが圧力スイッチの代わりに用いられます。

## 6.2 電気式流量インジケータ

熱量原理による電気流量インジケータが、ポンプのインレットの潤滑油流量モニターに、現場では使われています。このシステムは、機械的に動く部品が無く、作動油の粘性や流れ方向に関わらず機能します。

流量センサーは、任意の位置に配管中に直接ネジ止めすることが出来、作動油に直接接触しています。センサー中の熱発生器が、局所的に温度上昇させ、それをセンサーで計測します。流体が流れると、熱発生器はエネルギーを奪われます。その結果の温度変化が流量として計測され、あらかじめセットされた量に達したとき、「流れている」と言う信号が出力されます。

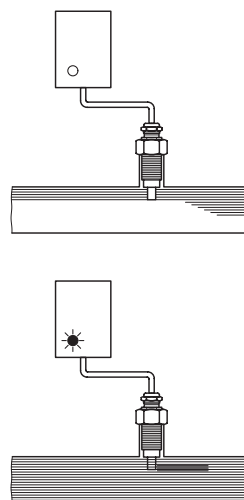
### Electronic pressure switch from Moog

Moog電子圧力スイッチ



### Electronic flow indicator

電気式流量インジケータ





## 7. Filter technology

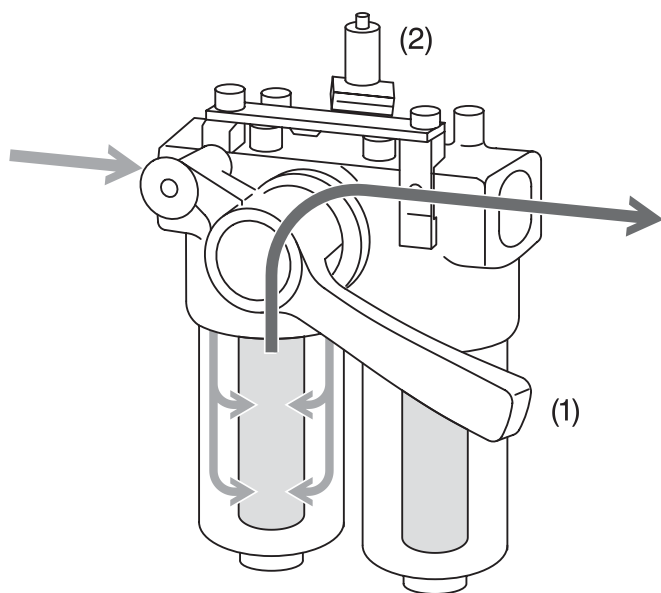
In order to ensure easy maintenance of the system with no interruption to operation, twin switchover easy-change filters and streamline wire filters are mostly used in addition to ribbon filters for the preparation of lubricant.

### 7.1 Twin switchover easy-change filter

Twin switchover filters have an integrated clogging indicator (2) which displays the degree of contamination. If a filter cartridge is clogged, the machine operator can use a lever to switch over to a second, parallel cartridge. The clogged cartridge can therefore be replaced or cleaned without the system having to be shut down.

#### Twin switchover filter

2系統切り替えフィルター



In this connection, we wish to point out once more the advantages gained by using a variable displacement pump for high-pressure lubrication. In addition to the lower power requirements and consequent lower heating of the fluid, filters for decentralized high-pressure preparation last considerably longer when a variable displacement pump is used.

## 7. フィルター技術

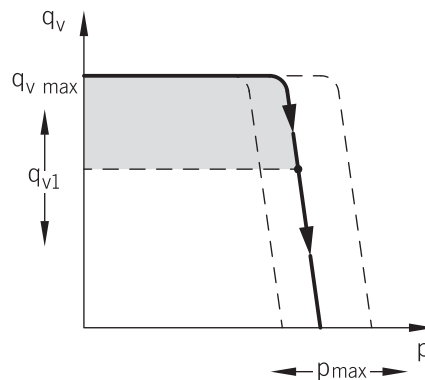
運転を妨げること無くシステムのメンテナンスが確保できるように、潤滑油供給に対しリボンフィルターに加え、2系統切り替えフィルターと三角形分割ワイヤフィルターがほとんどの場合使われます。

### 7.1 2系統切り替えフィルター

2系統切り替えフィルターは、コンタミネーションの程度を表示するクロッキングインジケータ（2）が装着されています。フィルターカートリッジが詰まった場合、マシンオペレーターは、2番目の、回路に並列に入っているカートリッジに、レバーで切り替えることができます。従って、システムを停止することなく、詰まったカートリッジは交換、または洗浄することができます。

#### Flow adjustment via variable displacement pump

可変容量ポンプによる流量調整



この接続による、高圧潤滑油に可変容量ポンプを使用することの利点を、もう一度指摘したいと思います。可変容量ポンプを使用したときは、低い要求動力及びその結果としての作動油の発熱の小ささに加え、分散高圧供給に対するフィルターは、かなり長持ちします。

The lubricant flow rates required for different tools lie below the maximum capacity of the pump over much of the machining centre's range. Since the variable displacement pump reduces the flow in line with these changing demands and depending on the controller setting, this leads on average to a considerably lower flow through the filter. The set pump delivery rate  $q_{v1}$  for the tool in question corresponds to the actual volumetric flow passing through the filter ( $q_{v1} < q_{max}$ ).

In practice, filters have lasted 3–4 times longer when operators changed from a constant to a variable displacement pump.

When selecting filter cartridges, take care not to use filter elements with fleece filter materials. Fibres such as these tend to detach themselves from the filter material and become attached to components (clogging of the controller nozzle). This has often led to malfunctions or failures and therefore to the shutting down of the system.

## 7.2 Streamline wire filter

Interruption-free system operation is also assured when a streamline wire filter is employed. Streamline wire filters can also be mechanically cleaned without halting system operation. Regular replacement of filter elements can therefore be dispensed with.

### Function:

A wire with the cross-section of an equilateral triangle is wound smoothly around a threaded profile (1). The thread pitch and the dimensions of the triangular wire (3) determine the filtration grade. Fluid flows through the filter element from the outside to the inside. The dirt particles deposit themselves outside on the coil and can be removed by a scraper (2) when the cleaning device is actuated. Cleaning may be initiated manually using a tommy bar or ratchet, or electrically via a geared motor (4) (automatically at fixed intervals or when a certain pressure difference is reached).

種々の工具に対し要求される潤滑油流量は、多くのマシニングセンタに合致するポンプの、最大容量以下となります。可変容量ポンプは、要求量の変化やコントローラーのセッティングに合わせ、回路内の流量を減少させるため、平均的に、フィルターを通る流量は低くなります。ここで問題としている、工具に供給されるポンプのセット供給量 $q_{v1}$ は、フィルターを実際に通過する容積流量に合致します ( $q_{v1} < q_{max}$ )。

実際に、定容量から可変容量ポンプに変えた場合、フィルターは3から4倍の寿命に延びています。

フィルターカートリッジを選ぶ場合、フリース材質のエレメントを選ばない様に注意しなければいけません。この様な繊維は、フィルター材料から分離し、他の機器に付着する傾向にあります (制御ノズルを詰まらせる)。これがしばしば故障や破壊の原因となり、システムの停止を引き起こすこととなります。

## 7.2 三角形分割ワイヤフィルター

三角形分割ワイヤフィルターを使用することで、システム停止を引き起こさない効果が保証されます。また、三角形分割ワイヤフィルターは、加熱システム操作無しに機械的に洗浄が可能です。従ってフィルターエレメントの定期的交換は、必要ありません。

### 機能：

断面形状が正三角形のワイヤが、ネジ形状 (1) の回りに滑らかに巻いてあります。ネジピッチとワイヤの三角形 (3) の寸法は、フィルトレーショングレードで決められます。作動油は、フィルターエレメントの外側から内側に流れます。ごみ粉は、コイル外周に堆積し、洗浄装置が動作して、スクラッパー (2) により取り除かれます。洗浄は、小型バーやラチェットで手動操作により始められるか、ギアモーター (4) で電氣的に始められます (設定された間隔で自動的に、またはある差圧に達したときに)。

The dirt collecting in the sludge tank can be drained from time to time by opening the drain valve (automatically or manually) (5).

Due to the profile of the triangular wire (larger clearance angle on the clean side), it is virtually impossible for the gap to become clogged.

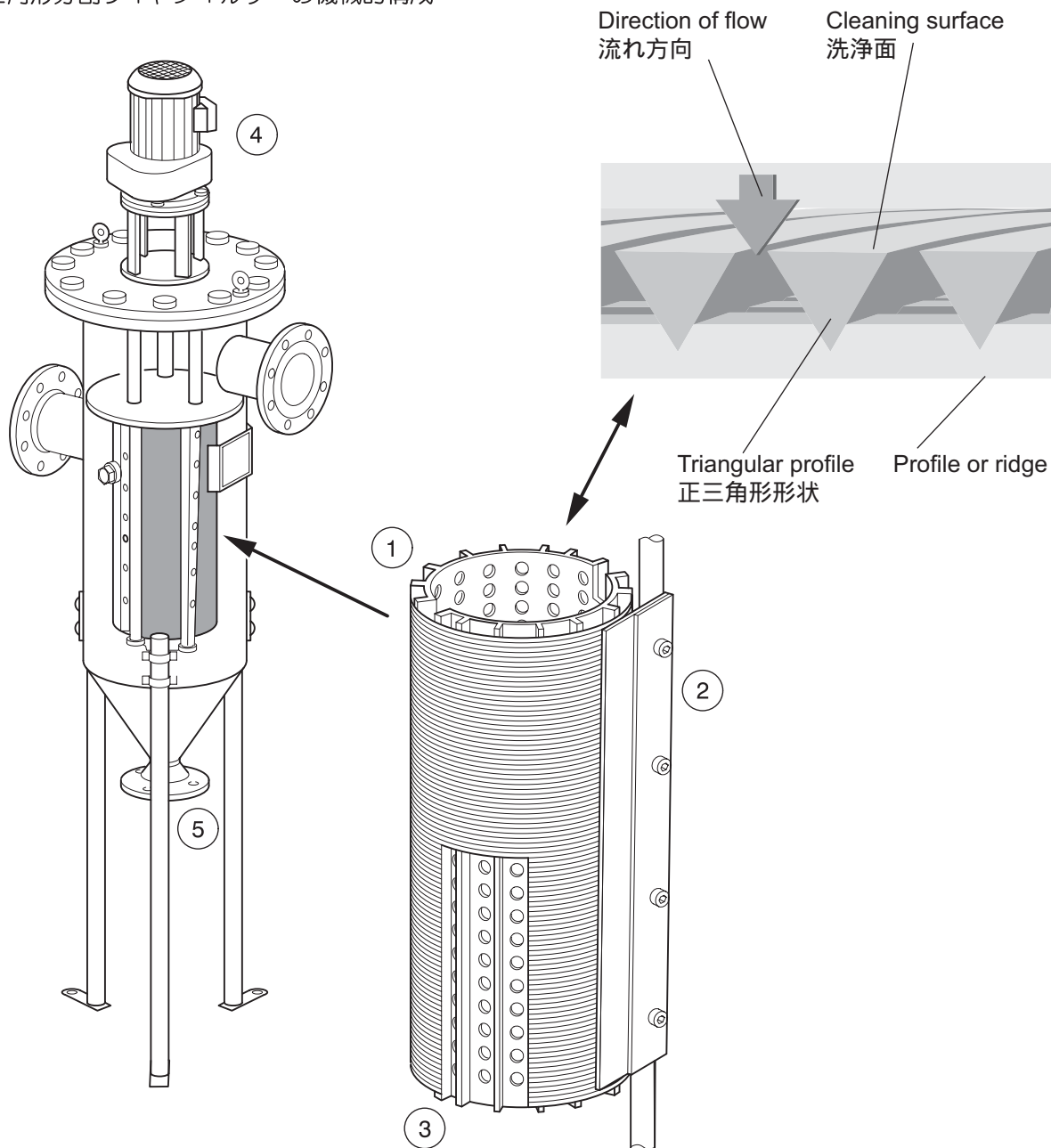
Luxury versions of the streamline wire filter also feature an additional intrinsic-pressure counter-flow flush to remove particles via a separate flush tube.

沈殿槽に集められたごみは、時々ドレインバルブ（５）を（自動的にまたは手動で）開けて、排出できます。

正三角形ワイヤの形状から（清浄側に大きい隙間角）、ギャップが詰まることは事実上不可能です。三角形分割ワイヤフィルターの高級バージョンは、分離した洗浄管を通してごみを取り除ける様に、内圧による逆流を発生させる特徴が付加されています。

#### Mechanical construction of a streamline wire filter

三角形分割ワイヤフィルターの機械的構成



## 8. Valve technology

Standard hydraulic valves cannot be used for high-pressure lubrication due to the high degree of clogging and flow rates. Besides the risk of the fluid destroying mechanically moving parts, at this relatively high pressure there is also a danger of switching surges when the fluid is switched in. In order to avoid such decompression shocks, which could lead to the destruction of certain components, slow-switching valves are used in practice. Here, 2-way ball cocks with pneumatic drive have proven particularly beneficial. In addition to their relative insensitivity to dirt, their relatively wide opening travel (90° angle) means that the entire valve cross-section is only opened slowly and steadily. This prevents rapid, excessive acceleration of the fluid and thus the occurrence of switching surges.

2-way ball cocks are available in various sizes, in stainless steel for aggressive fluids.

When other types of valves (e.g. coaxial valves) are used, sealing problems frequently arise due to the fluid.

## 8. バルブ技術

標準的な油圧バルブは、詰まりの可能性やその流量の多さから、高圧潤滑油には使用できません。作動油が機械的に動く部品を破壊する危険性のほかに、この相対的に高い圧力では、作動油が切り替わったときに生じる切り替えサージ圧の危険性もあります。ある決まった機器を破壊することになる、そのような減圧ショックを防ぐため、実際にはゆっくりと切り替わるバルブが使われます。ここでは、空圧駆動の2方弁ボールバルブが特に有効となっています。相対的にごみに強いのに加え、かなり大きな開口変位(90°)の為、バルブ動作状態全体で、ゆっくりと安定した開口となります。このことで、急激で、過度な流体の加速や、切り替えサージの発生が防がれます。

2方弁ボールバルブは、活性な作動油に対し、様々な寸法のステンレスボールで対応できます。

他の形式のバルブ(例えばスプール弁)を使った場合は、作動油に起因するシールの問題がしばしば起こります。

## 9. Complete systems from Moog

specialist representatives

In addition, complete systems in different sizes are available from Moog specialist representatives.

These systems are delivered to the customer fully mounted, wired, lacquered and tested.

Systems for combined high and low-pressure preparation are also available on request.

As an example, below is a serial-produced power assembly for high-pressure preparation supplied by the Moog specialist representative FMB-Blickle, here shown in a machining centre of Chiron Werke GmbH & Co.KG in Tuttlingen in the Black Forest. In this system, emulsion is supplied at an operating pressure of 150 bar. For hydraulic remote control, a hydraulic pressure compensator is used. This is initiated electrically by the controller and adjusted by means of a setpoint retrieval card, amplifier card and proportional pressure control valve

## 9. Moog 代表システム

さらに、Moogはあらゆるサイズの高圧潤滑システムを提供する事ができます。

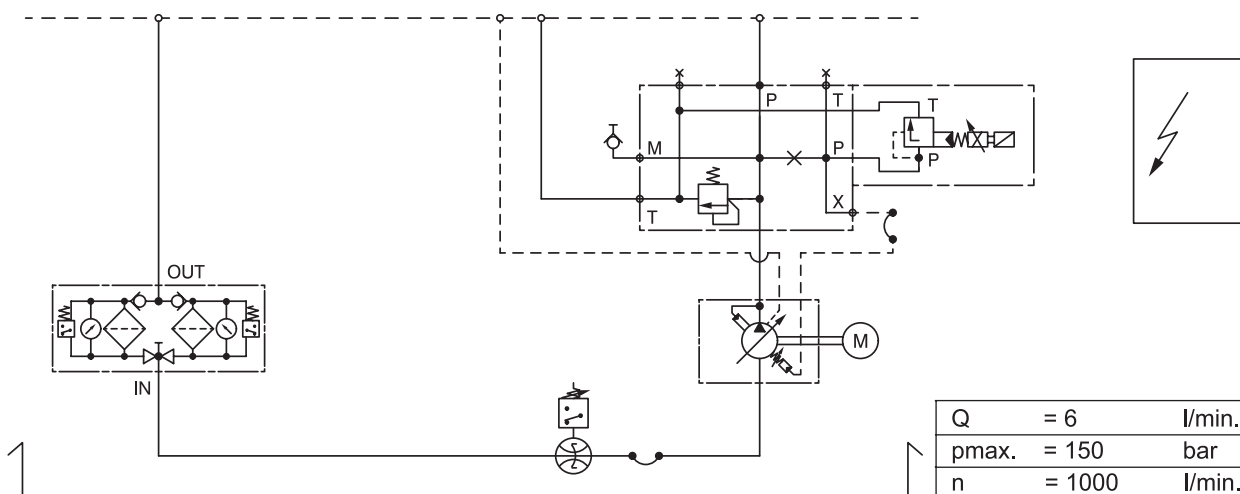
これらのシステムは、全ての部品の搭載、配線、塗装そして試験が実施されて、お客様に出荷されます。

高圧と低圧の混合供給システムも、御要求により可能です。

実例として、下記にFMB-Blickleによる、Moog 代表システム高圧供給用ユニットを示します。これは、Black ForestのTuttlingenにあるChiron Werke GmbH & Co.KG社のマシニングセンタに使われているものです。このシステムでは、エマルジョンは、150barで供給されています。油圧遠隔操作に対し、油圧圧力コンペンセータが使われています。これは、コントローラにより電氣的に操作され、セットポイント呼び出しカード、増幅回路そして比例圧力制御バルブで調整されます。

### Circuit diagram

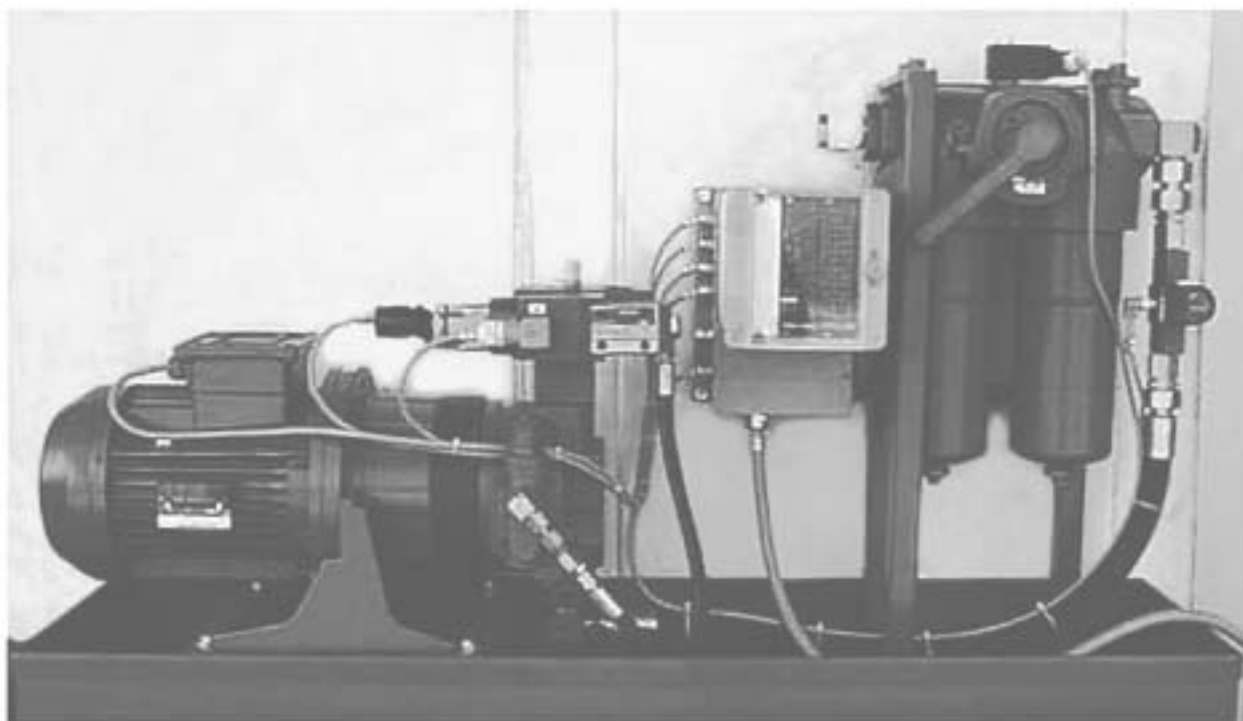
#### 油圧回路図



Q	= 6	l/min.
pmax.	= 150	bar
n	= 1000	l/min.
P	= 2,2	KW
U	= 400/690V	50HZ
ED	=	%.

**High-pressure preparation station**

高圧供給ステーション





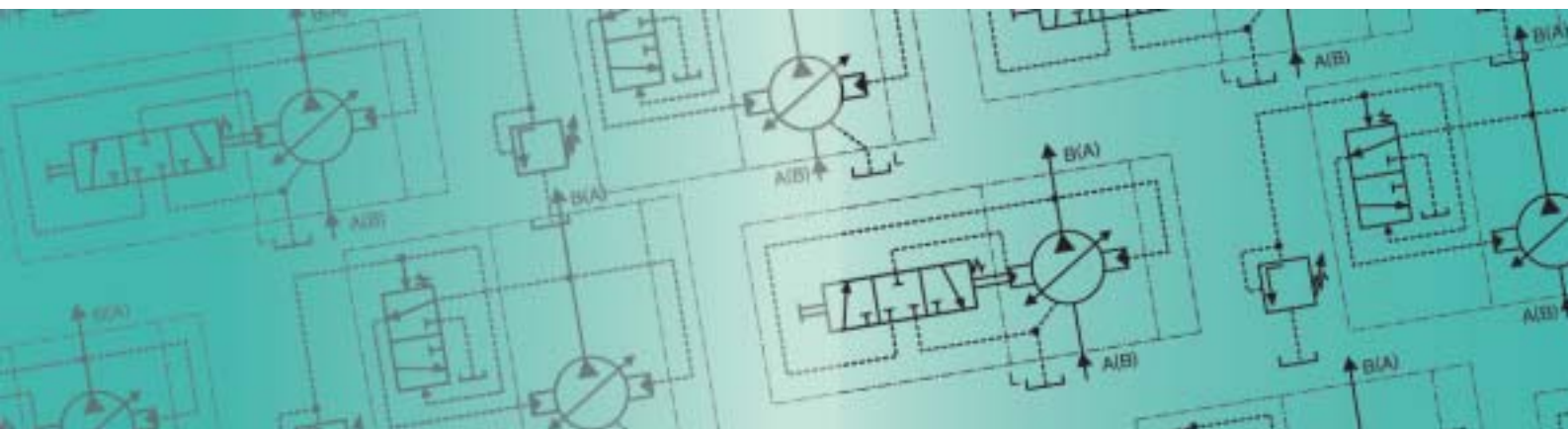
## More about motion controls



# MOOG



Australia	Melbourne
Austria	Vienna
Brazil	Sao Paulo
China	Shanghai
Denmark	Birkerod
England	Tewkesbury
Finland	Espoo
France	Rungis
Germany	Böblingen



Hong Kong	Kwai Chung
India	Bangalore
Ireland	Ringaskiddy
Italy	Malnate(VA)
Japan	Hiratsuka
Korea	Kwangju
Philippines	Baguio
Russia	Nizhegorodskaya
Singapore	Singapore
Spain	Orio
Sweden	Gothenburg
U.S.A	East Aurora(NY)
	Torrance(CA)
	Salt Lake(UT)
	Chatsworth(CA)