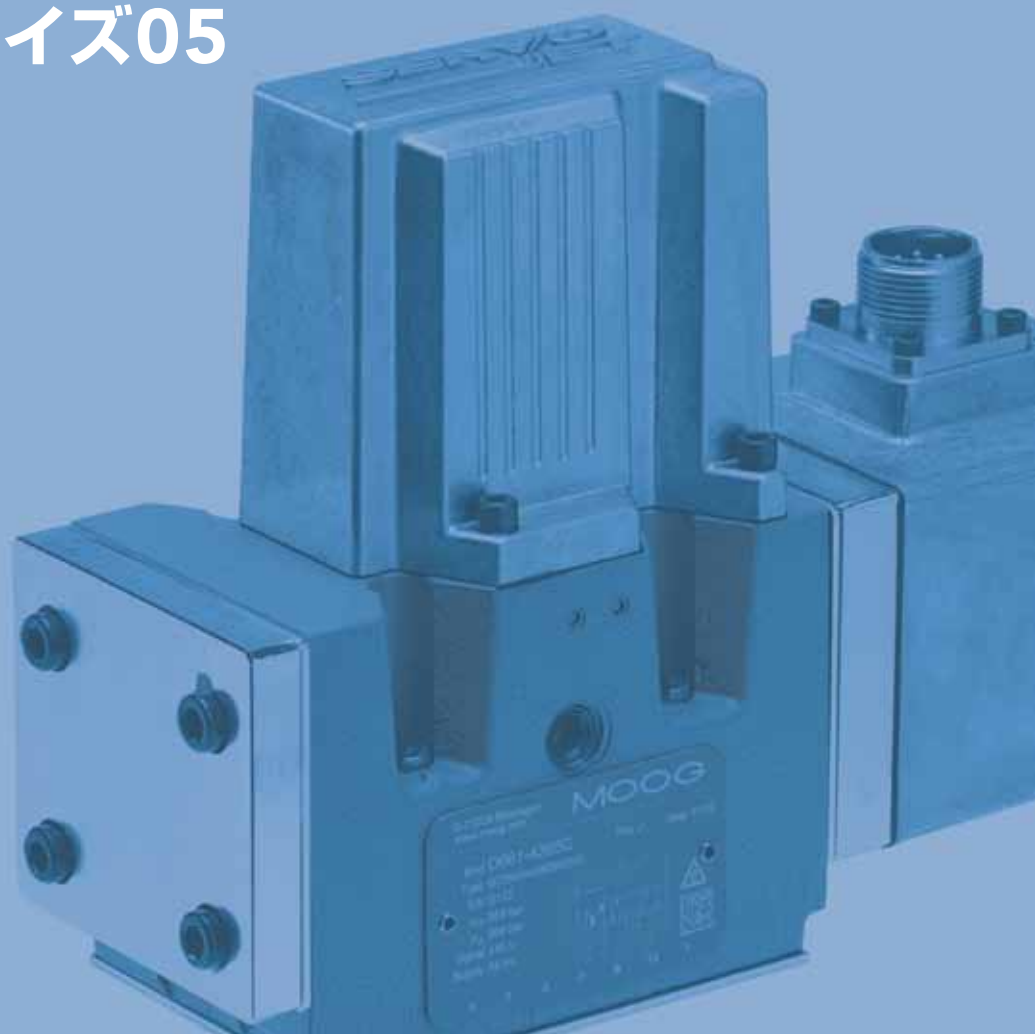


サーボ比例弁

D661-G...Aシリーズ

ISO4401サイズ05



高精度のブッシングスプールによってゼロラップを実現
幅広い流量レンジから選択可能で、高い動特性が要求される
位置、速度、圧力または荷重制御システムに最適な
2段型の流量制御サーボ比例弁

ムーグ社は、25 年以上に渡って、電気制御回路を内蔵したサーボ比例弁を製造しています。現在までに、すでに、150,000 台を超えるサーボバルブをお客様にお届けしています。弊社のサーボ比例弁は、射出成形機、ブロー成形機、ダイカスト、プレス、鉄鋼圧延、製紙・製材を始めとする、幅広い分野での高い信頼性が実証されています。

目次

特長.....	3
作動原理.....	4
一般的技術データ.....	5
技術データ.....	6
取り付け寸法図.....	8
電氣的接続.....	9
モデル番号.....	10
標準機種一覧、スペアパーツおよび付属品.....	11



注記:本書に記載されている情報、内容は予告なく変更する場合があります。最新情報は弊社までお問い合わせください。

D661 - G....A シリーズサーボ比例弁

D661 - G....A シリーズは、高い動特性が要求されるシステムなど、位置、速度、圧力または荷重制御システムに最適なサーボ比例流量制御バルブです。G....A は、ムーグ社のバルブモデル番号の型番コードを表します。

ムーグ社では、D661 - G....A シリーズのサーボ比例弁の設計に対して改善を行ってきました。新たにDC24 Vの電気制御回路を内蔵する事により、動特性が向上するとともに、標準的な4～20 mAのスプール位置信号がモニタ可能になり、電源、信号ラインの断線などの検出に役立ちます。高精度のプッシングスプールによって、ゼロラップを実現すると同時に、幅広い流量レンジから選択できます。

D661 - G....A シリーズのデザインには、スプール位置を電気的にクローズドループ制御するムーグ社のサーボジェット[®]パイロット段が組み込まれています。エネルギー消費を削減し、バルブの剛性を向上させます。このパイロット段には、10年以上に渡ってムーグ社の多くのバルブで利用され高い信頼性が保証されているジェットパイプ原理が使用されています。設計変更されたサーボジェット[®]パイロット段では、ヒステリシスと中立点変動の減少とともに、圧力損失が改善されています。

D661 - G....A (ISO4401、サイズ05)のプッシングスプールアセンブリ(BSA)およびボディは設計が変更され、圧力損失を減少させ、流量も10 MPaの圧力降下で76 L/minにアップしました。

これ以外にも、ダイカスト機、射出成形機、およびプレス機における安全上の多くの要求に合わせて、D661 - G....A シリーズには下記のような改善が加えられています。

- バルブでは、オペレータの自由裁量によってオプションのイネーブル信号を設定できるようになりました。イネーブル信号が装備されていない場合は、バルブの種類に応じて、2段目のスプールがあらかじめ決まっているフェイルセーフ位置(中立付近またはストローク端位置)に移動します。
- バルブは供給電圧のモニタを行います。バルブの更新時に電圧(18～32 V)が18 Vを下回るようなことがあると、パイロット信号は切断され、スプールはあらかじめ決まっているフェイルセーフ位置に移動します。この位置に近づいた事は、モニタ出力のロジック信号によって確認されます。
- ロジック信号は短絡保護されています。

柔軟な設計要素によって、それぞれのニーズに最適なバルブを実現可能

D661-G....Aシリーズサーボ比例弁は、2段形になっています。メイン段のスプール駆動力は、シングルステージのパイロットバルブにより発生します。2段形の比例バルブは、低スレッシュホールドや小入力時での優れた動特性が要求される場合に、主に使用されます。高応答のパイロットバルブ、適切なスプール駆動面積と内蔵電気制御回路の組み合わせにより、最適なサーボ比例弁を提供しています。

高速アプリケーション用大流量

D661 - G....A シリーズのバルブは、ボディサイズに対して最大の流量を実現しています。

スプール駆動面積縮小に伴う動特性の向上

D661-G....Aシリーズのバルブは、スプールの径を小さくして、高い動特性を実現しています。

フェイルセーフ仕様は、停電時のスプール位置を定義可能

機械式および電気式フェイルセーフ仕様では、スプリング/ポペットバルブにより外部パイロットラインの油圧供給停止の際、スプールは安全な位置に移動させられます。

優れた動特性実現のためのサーボジェット[®]パイロット段の動特性の改善

サーボジェット[®]パイロット段の固有振動数を上げたことで(500Hz)、バルブ全体の動特性が向上しています。

流量特性

カーブリニアやデュアルゲインといった特殊な流量特性であっても、お客様のご要望により合わせてご提供できます。ご要望は弊社にご相談ください。

周波数応答特性の向上によって、優れた制御システム特性を実現

サーボジェット[®]パイロット段のバルブの周波数応答が改善されたことで、スプール位置決めループゲインが上がります。また、ループゲインが上がったことで、静特性、動特性がともに向上し、この結果優れた制御システム特性が提供されます。

サーボジェット[®]パイロット段により高いパイロット制御圧が取れるため、信頼性の高い動作を実現

サーボジェット[®]パイロット段の高いパイロット制御圧(100%指令信号で80%ΔP以上)によって、スプール駆動力が上がるのと同時に、スプール位置の高い繰り返し精度を実現できます。

耐コンタミ性の向上による、ダウンタイムの減少

サーボジェット[®]パイロット段バルブの内部クリアランスが大きくなったことで、優れた耐コンタミ性が得られます。パイロット段フィルタは、フィルタサイズが大きくなったことで(公称200μm)、ほとんど無限に近い寿命が可能です。

作動原理

流量制御サーボバルブD661 - G....Aシリーズは、2方バルブ、3方バルブ、4方バルブに使用可能な絞りバルブです。このようなバルブは、高い動特性が要求されるシステムなど、位置、速度、圧力、または荷重制御に最適です。

メインステージのスプールは、電気的なクローズドループ制御系のジェットパイプパイロット段によって駆動します。

バルブに内蔵されている電気制御回路はSMDテクノロジーを利用して新たに開発されたもので、DC24 V 電源仕様です。

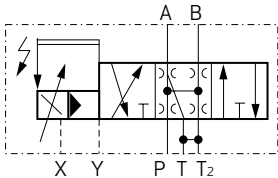
バルブ開度指令信号が、パイロット段を駆動するための内蔵アンプに与えられます。サーボジェット®システムがスプールの駆動端面に圧力差を発生させ、スプールを駆動します。オシレータによって励磁された位置検出器がスプールの位置(実際値、位置電圧)を測定します。このスプール位置信号は、デモジュレータによって復調され、制御アンプにフィードバックされて、バルブ開度指令信号との比較が行われます。制御アンプは、指令電圧とフィードバック電圧が同じになるまで、トルクモータを駆動させます。これによって、スプールの位置は、電気指令信号と比例した開度を保つことができます。

サーボジェット®パイロット段の作動原理

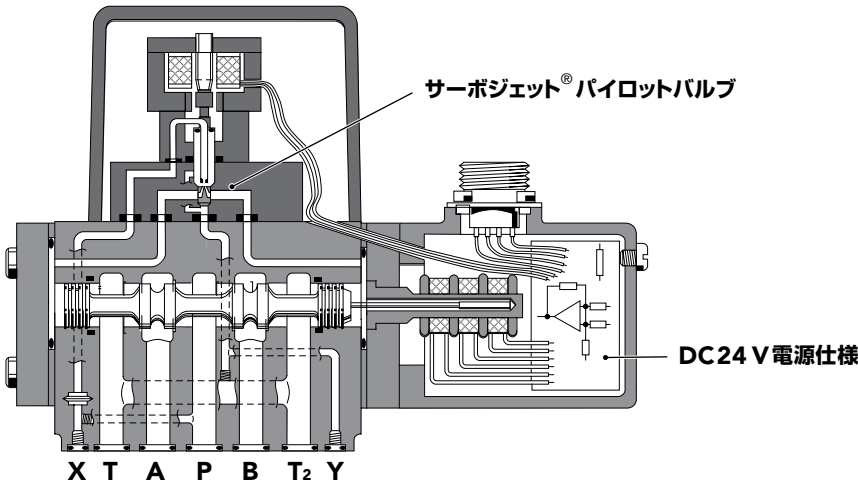
サーボジェット®パイロット段のトルクモータは、ジェットパイプとレシーバより構成されます。コイルに電流を加えると、ジェットパイプが中立点から変位します。この変位と特殊なノズル形状により、一方のレシーバ開口部に対して、他の一方のレシーバに比べ噴流がより多く作用します。この噴流によって、制御ポートに圧力差が発生します。この圧力差がパイロット流量となり、スプール変位を起こします。パイロット段のドレンは、ノズル周辺の環状ダンピングエリアを通り、ドレンラインへ戻されます。

油圧図記号:

パイロット圧力および電気供給がオン、指令信号がゼロの場合に示される記号。



D661 - G....Aシリーズ、2 段形サーボバルブ
サーボジェット®パイロット段付き



バルブの流量計算

バルブの流量は、電気指令信号とバルブ圧力降下に関係します。特定のバルブ圧力降下に対する流量は、次のようにシャープエッジオリフィスの関係式により算出できます。

$$Q = Q_N \sqrt{\frac{\Delta P}{\Delta P_N}}$$

Q L/min = 計算上の流量 ΔP MPa = 実際の圧力損失
Q_N L/min = 定格流量 ΔP_N MPa = 定格圧力損失

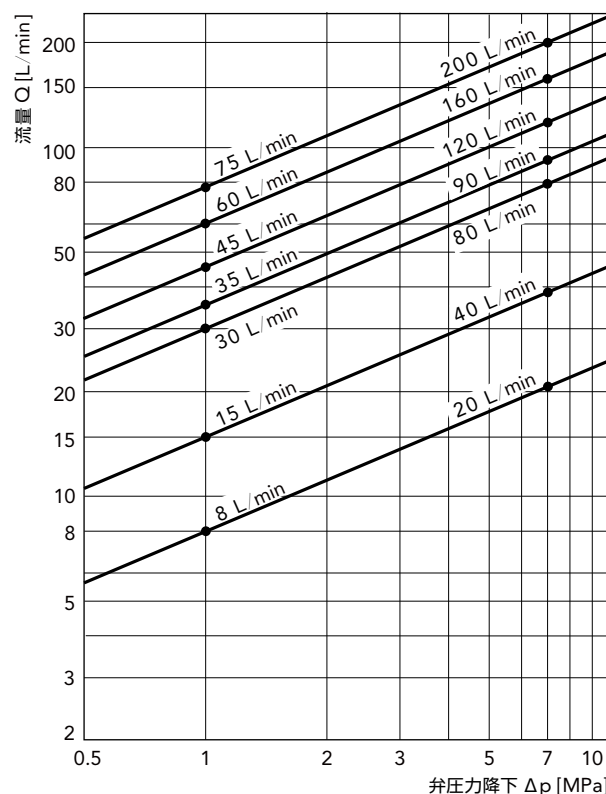
高いバルブ圧力降下において大流量を必要とされる場合、フローフォースに対抗する高いパイロット圧力が必要となります。近似値は、次のようにして算出できます。

$$P_x \geq 1.7 \cdot 10^{-2} \frac{Q}{A_K} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{10}}$$

Q L/min = 最大流量
ΔP MPa = Qでのバルブ圧力降下
A_K cm² = スプール駆動面積
P_x MPa = パイロット圧力
パイロット圧力P_xは、パイロット段の戻り圧力よりも少なくとも2.5 MPa高い必要があります。

一般的技術データ

- 作動圧力範囲**
 ポート P、A、および B 最高 35 MPa
 内部 Y に対するポート T、T₂ 最高 21 MPa
 内部 Y に対するポート T、T₂ 最高 35 MPa
- 使用温度範囲**
 周囲温度 - 20 ~ + 60 °C
 流体温度 - 20 ~ + 80 °C
- シール材**
 NBR、FPM、およびその他ご要望次第
- 作動油**
 鉱油系作動油 (DIN 51524、パート 1 ~ 3)、その他の流体については別途ご相談ください。
- 作動油粘度**
 推奨値 15 ~ 100 mm²/s
 許容値 5 ~ 400 mm²/s
- システムフィルトレーション**
 パイロット段: 高圧フィルタ (ノンバイパス、ダートアラーム付き) をパイロットラインに設置、可能な限りバルブのすぐ上流に設置します。
 メイン段: パイロット段と同様の高圧フィルタ。高速レギュレートの VD ポンプと一緒に使用する場合は、バイパスフィルタをお勧めします。
- 清浄度クラス**
 作動油の清浄度は、バルブの性能 (スプールの位置決め精度、高分解能) および磨耗 (メータリングエッジ、圧力ゲイン、内部漏洩量) に多大な影響をおよぼします。
- 推奨清浄度クラス**
 通常動作時 ISO 4406 < 18 / 16 / 13
 長期動作時 ISO 4406 < 16 / 14 / 11
- 推奨フィルトレーション**
 通常動作時 β₁₅ ≥ 75 (15 μm 絶対)
 長期動作時 β₁₀ ≥ 75 (10 μm 絶対)
- 取り付け方向**
 あらゆる取り付け位置 (固定位置または可動位置) に対応
- 耐振性**
 30 g、3 軸方向
- 保護等級**
 EN60529 : クラス IP65、メイティングコネクタ装着時
- SHIPPINGプレート**
 取り付け面の下に油封止用 SHIPPINGプレートを取り付けて納入



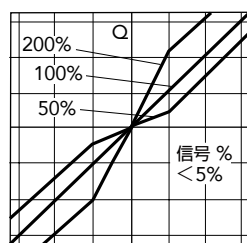
バルブ流量特性グラフ

最大バルブ開度(100% 指令信号) に対するバルブ流量を、弁圧力降下の関数として表した図です。

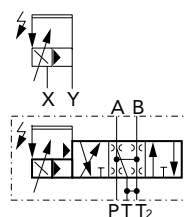
仕様

項 目		規定値			条 件
取り付けパターン		ISO 4401 - 05 - 05 - 0 - 4			ISO ただし、T ₂ ポートが付加されます。
バルブボディ仕様		4 方バルブ プッシングスプールアセンブリ型 2 段バルブ			
パイロット段		標準			サーボジェット®
パイロット接続		X および Y	X および Y	X および Y	選択可能、内部または外部
質量		5.7 kg	5.7 kg	5.7 kg	
定格流量		20/90 L/min	40/80 L/min	120/160/200 L/min	(±10%) @ΔpN= 3.5 MPa 1 ランド当たり
最高使用圧力	メイン段	35 MPa	35 MPa	35 MPa	ポート P (外部 X による)、A、B
		21 MPa	21 MPa	21 MPa	内部 Y によるポート T、T ₂
		35 MPa	35 MPa	35 MPa	外部 Y によるポート T、T ₂
	パイロット段	28 MPa	28 MPa	28 MPa	標準仕様
		35 MPa	35 MPa	35 MPa	ドロッピングオリフィス付き (オプション)
ステップ応答 ※		8 ms	14 ms	18 ms	0 ～ 100% ストローク、標準
スレッシュホールド ※		< 0.1 %	< 0.08 %	< 0.05 %	
ヒステリシス ※		< 0.4 %	< 0.3 %	< 0.2 %	
中立点シフト ※		< 2.0 %	< 1.5 %	< 1.0 %	温度変化 55 ℃にて
内部漏洩量 ※	メイン段+パイロット段 (～クリティカルラップ)	3.0/4.5 L/min	3.8 L/min	4.5 L/min	
	パイロット段	1.7 L/min	1.7 L/min	1.7 L/min	
パイロット流量 ※		1.7 L/min	1.7 L/min	1.7 L/min	最大、100% ステップ入力時
スプールストローク		±1.3 mm	±2 mm	±3 mm	
スプール駆動面積		1.35 cm ²	1.35 cm ²	1.35 cm ²	

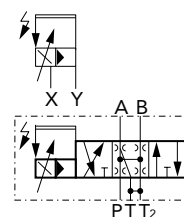
※ パイロット圧力または供給圧力 21 MPa、それぞれの圧力について作動油粘度 32 mm²/s、油温 40 °C 時の特性値



中立点領域の流量ゲイン
50~200% 公称



4方バルブ仕様
フェイルセーフタイプ A: A→T バイアス
(Q_N > 160 L/min の場合、T₂ が必要)
オプション: X および Y は外部



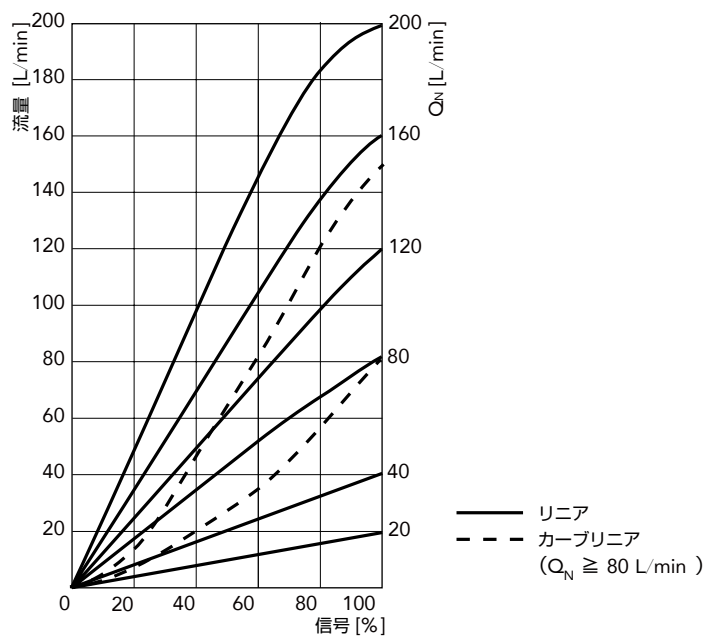
4方バルブ仕様
フェイルセーフタイプ O
(Q_N > 160 L/min の場合、T₂ が必要)
オプション: X および Y は外部

代表特性線図

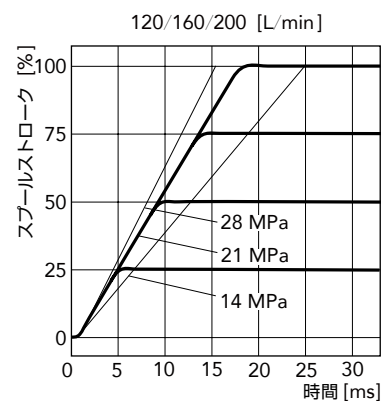
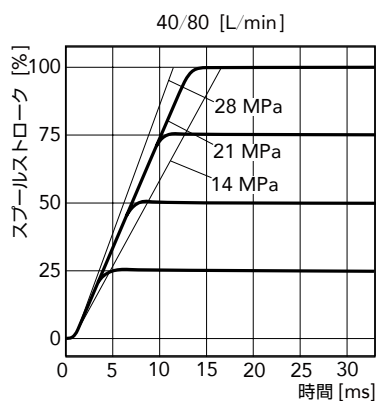
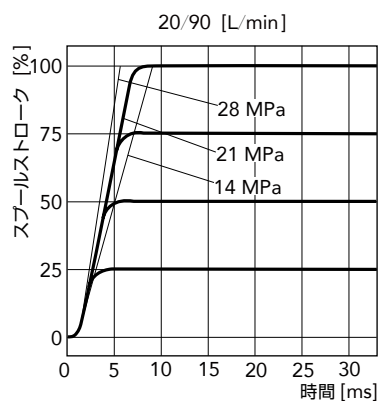
パイロット圧力または供給圧力21 MPa、それぞれの圧力について作動油粘度32 mm²/s、油温40 °C時の特性値

流量特性

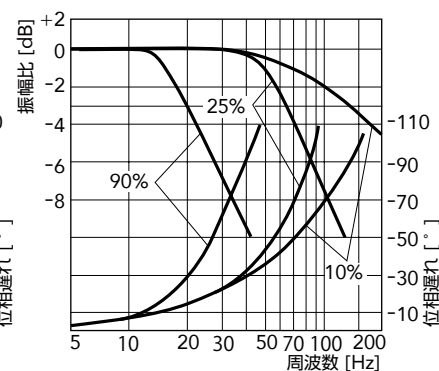
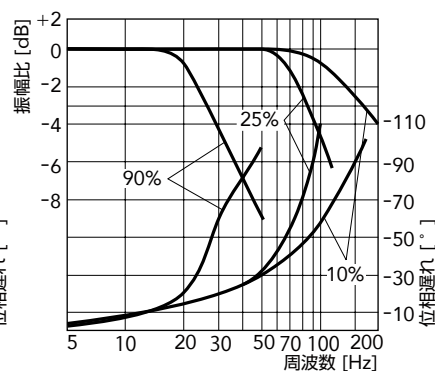
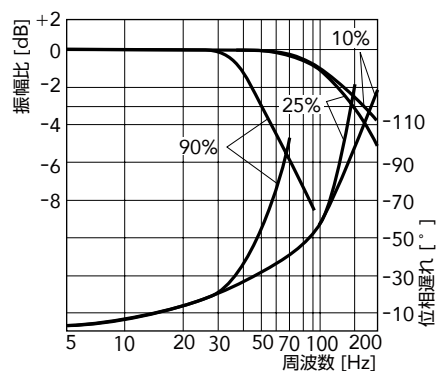
@ $\Delta p_N = 3.5$ MPa、1ランドあたり



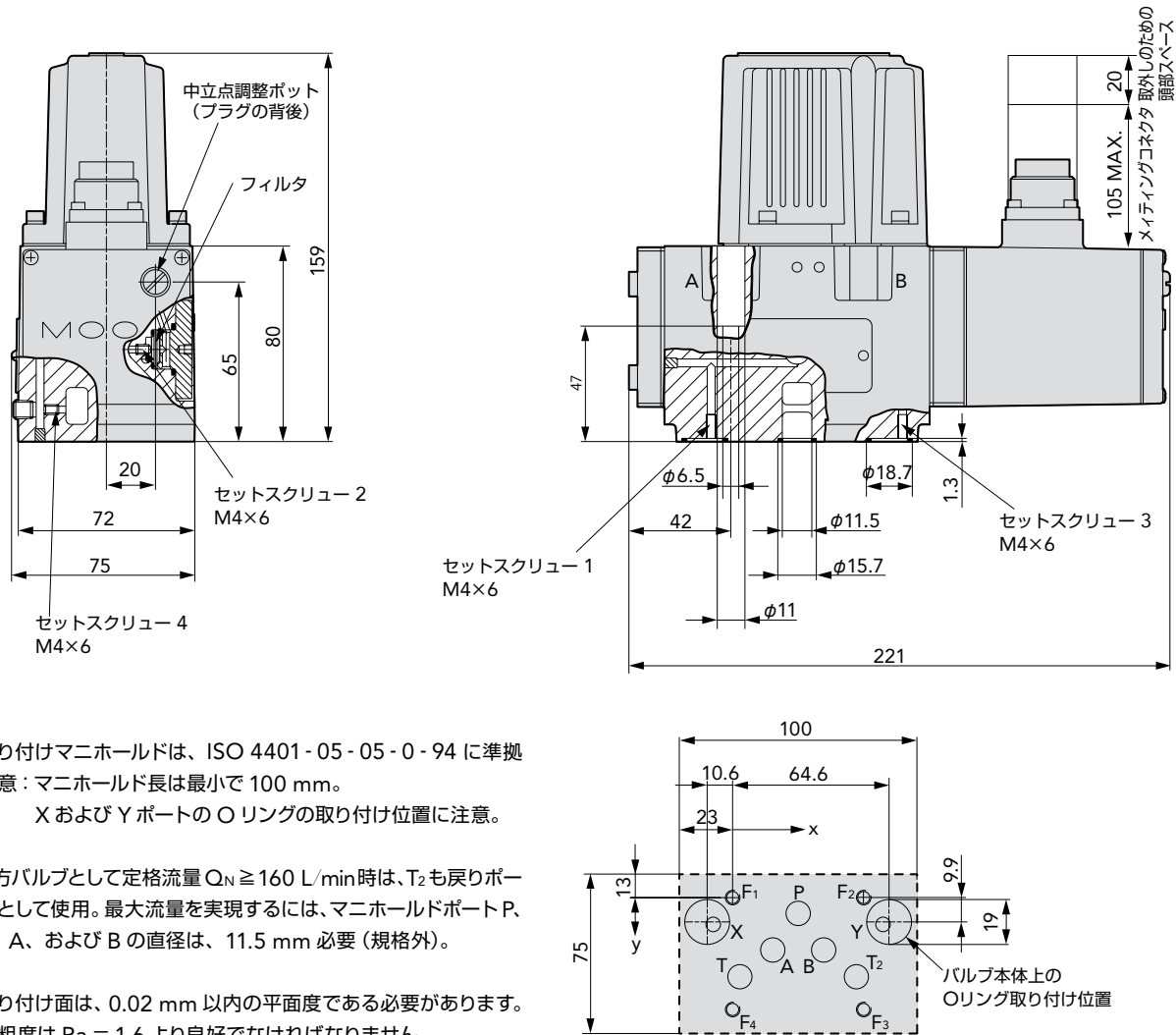
ステップ応答



周波数応答



取り付け寸法図



取り付けマニホールドは、ISO 4401 - 05 - 05 - 0 - 94 に準拠
注意：マニホールド長は最小で 100 mm。
X および Y ポートの O リングの取り付け位置に注意。

4 方バルブとして定格流量 $Q_N \geq 160 \text{ L/min}$ 時は、 T_2 も戻りポートとして使用。最大流量を実現するには、マニホールドポート P、T、A、および B の直径は、11.5 mm 必要（規格外）。

取り付け面は、0.02 mm 以内の平面度である必要があります。
面粗度は $Ra = 1.6$ より良好でなければなりません。

	P φ11.5	A φ11.5	B φ11.5	T φ11.5	T ₂ φ11.5	X φ6.3	Y φ6.3	F1 M6	F2 M6	F3 M6	F4 M6
x	27.0	16.7	37.3	3.2	50.8	-8	62.0	0	54	54	0
y	6.3	21.4	21.4	32.5	32.5	11.0	11.0	0	0	46.0	46.0

内部または外部パイロット接続切替方法

パイロット流量、供給

セットスクリュー M4 × 6	1	2
内部P	取り付け	解放
外部X	解放	取り付け

パイロット流量、戻り

セットスクリュー M4 × 6	1	2
内部T	取り付け	解放
外部Y	解放	取り付け

電氣的接続

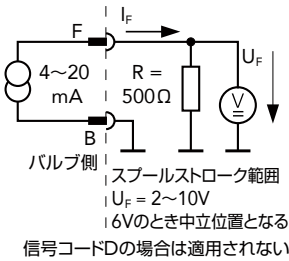
共通要求仕様

- 供給電源 DC24 V
(電圧: DC18 ~ 32 V、消費電流: 最大 300 mA)
- 信号ライン (外付けトランスデューサの信号も含む) は、全てシールド処理が必要です。
- シールド線は供給電源側の⊥ (0 V) と、メイティングコネクタのハウジング (EMC) に接続が必要です。
- EMC: EN 55011: 1998 クラス B、EN 50082-2: 1995 のクラス A 基準機能に適合する。
- 保護用グラウンドアース (PE) $\geq 0.75 \text{ mm}^2$ (AWG18) 以上

※ バルブに対して電氣的な接続 (シールド、保護グラウンド) を施す場合には、過度なグラウンド電流にならないよう局所的なアース電位差を適切に測定しなければなりません。

回路図

指実際の I_F を測定する場合の回路図 (メインスプールの位置)



イネーブル入力
イネーブル信号がオフのとき、メインスプールは安全位置に移動します。

- 中立位置
バイアスなしのパイロットバルブファンクションコードA*
- ストローク端位置
バイアス付きのパイロットバルブファンクションコードB*

※仕様表示記号を参照

24 V 電源電圧を使用するバルブ電氣制御回路

指令信号 0 ~ ±10 mA、電流指令入力

バルブのスプールストロークは、 $I_D = -I_E$ に比例します。 $I_D = +10 \text{ mA}$ のとき、P→A および B→T 方向への 100% のバルブ開度となります。0 mA 指令のときに、スプールは中立位置に定まります。入力端子 D と E は反転入力です。D 端子または E 端子のいずれか一方が、必要とされる作動方向に従って使用されます。もう一方の端子は、制御盤のコモンラインに接続されます。

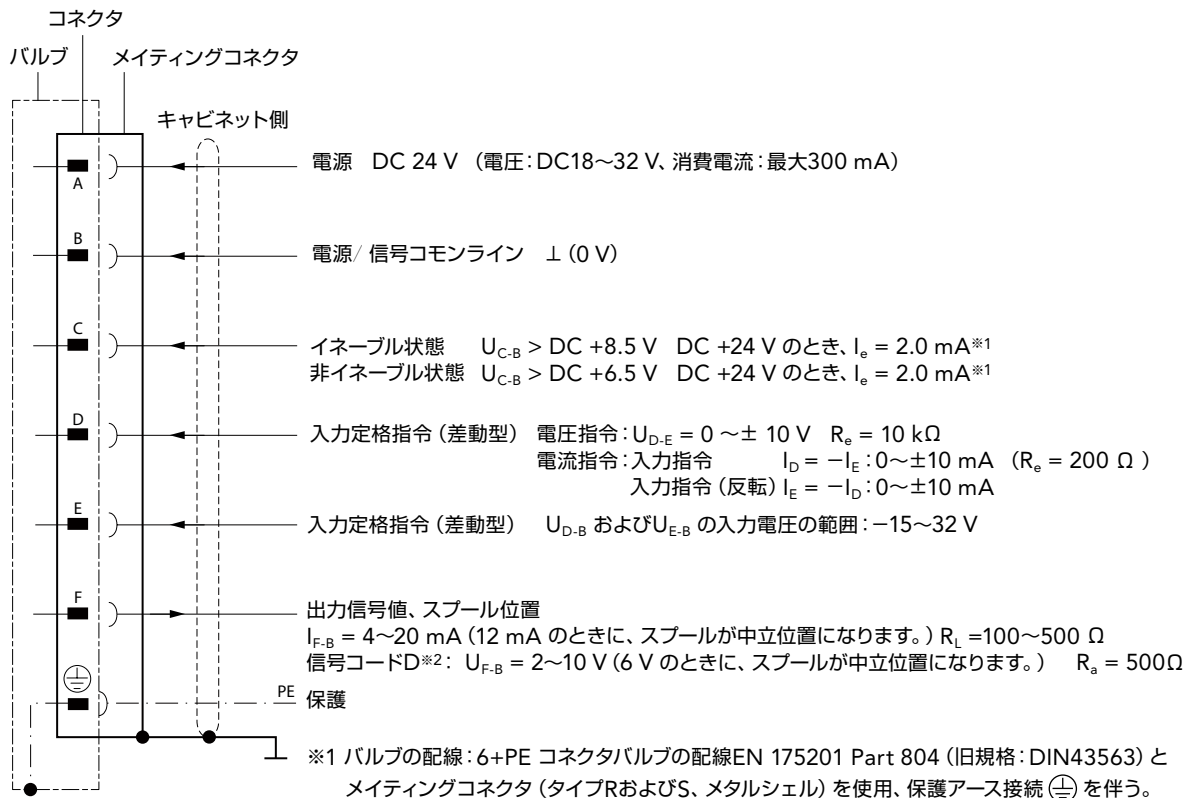
指令信号 0 ~ ±10 V、電流指令入力

バルブのスプールストロークは、 $(U_D - U_E)$ に比例します。 $(U_D - U_E) = +10 \text{ V}$ のとき、P→A および B→T 方向への 100% のバルブ開度となります。0 V 指令のときに、スプールは中立位置に定まります。入力段は差動アンプです。指令信号が 1 つだけしか使用できない場合は、D 端子または E 端子のどちらかが、制御しようとする作動方向に合致するように制御盤のコモンラインに接続します。

スプール位置出力信号 4 ~ 20 mA

実際のスプール変位値は、F 端子で測定できます (左図を参照)。この信号は、スプールの変位値測定およびフェイルセーフ信号の検出のために使用できます。スプールストローク範囲は、4 ~ 20 mA に相当します。中立位置は 12 mA です。20 mA は P→A および B→T 方向への 100% のバルブ開度となります。 $I_F = 0 \text{ mA}$ のときは、ケーブルの断線を意味します。(正常作動時: 4 ~ 20 mA)
フェイルセーフ信号の検出のためには、メイティングコネクタの F 端子を制御盤に接続してください。

コネクタの配線図



※1 バルブの配線: 6+PE コネクタバルブの配線 EN 175201 Part 804 (旧規格: DIN43563) とメイティングコネクタ (タイプ R および S、メタルシールド) を使用、保護アース接続 (PE) を伴う。
※2 10 ページを参照

モデル番号

D661

仕様表示記号

G

S

2

オプション

—	シリーズ仕様
E	プレシリーズ仕様
K	防爆バージョン (要望に応じて)
Z	特殊仕様

デザイン番号

工場にて指定

仕様改訂版号

バルブ仕様

G

標準スプール

定格流量

	Δp_N 7MPa での Q_N	Δp_N 1MPa での Q_N	ストローク
08	20 L/min	8 L/min	1.3 mm
15	40 L/min	15 L/min	2.0 mm
30	80 L/min	30 L/min	2.0 mm
35	90 L/min	35 L/min	1.3 mm
45	120 L/min	45 L/min	3.0 mm
60	160 L/min	60 L/min	3.0 mm
75	200 L/min	75 L/min	3.0 mm

最高作動圧力

B	7 MPa
H	28 MPa
	$p_x \leq 28$ MPa (X および Y は外部) のとき、ポート P、A、B および T で許容される圧力は最大で 35 MPa
K	35 MPa

ブッシング/スプールタイプ

O	4 方バルブ: ~クリティカルラップ、リニア
S	4 方バルブ: ~クリティカルラップ、カーブリニア、 > $Q_N = 80$ L/min
X	特殊なブッシングはご要望に応じて

パイロット段仕様

A

サーボジェット®

推奨仕様はハイライト表示されています。オプションをご指定の場合は、別途費用が請求されることがあります。技術的な変更内容は当社で保有しています。すべての組合せが必ずしも有効なわけではありません。詳細については、弊社までお問合せください。

ファンクションコード

O	イネーブル入力なし。C端子は使用されていない
A	イネーブル信号が与えられていない場合、スプールは調整可能な中立位置に移動
B	イネーブル信号が与えられていない場合、スプールは定義されたストローク端位置に移動 (A→T または B→T)

バルブの動特性

H	標準
—	ご要望に応じて応答性を低下可

供給電圧

2	DC24 V (DC18~32 V)
0	特殊仕様 ± 15 V (ご要望に応じて)

100% スプールストローク用の信号

	指令	出力
D	± 10 V	2 ~ 10 V
M	± 10 V	4 ~ 20 mA
X	± 10 mA	4 ~ 20 mA

バルブコネクタ

S

6+PE EN 175201 Part 804
供給電源 — 電圧記号 2

シール材

N	NBR (Buna) 標準
V	FPM (Viton) オプション

パイロットポート

	供給	戻り
4	内部	内部
5	外部	内部
6	外部	外部
7	内部	外部

電源が供給されていない場合のスプール位置

O	未定義 (フェイルセーフ機能なし)
A	機械的フェイルセーフバージョン P→A、B→T接続 機能する条件 $p_x > 2.5$ MPa
B	機械的フェイルセーフバージョン P→A、B→T接続 機能する条件 $p_x > 2.5$ MPa

標準機種一覧

モデル番号	仕様表示記号	定格流量	備考
D661-4619	G08HOAA6NSM2HO	21 L/min	4Way
D661-4618	G15HOAA6NSM2HO	40 L/min	4Way
D661-4616	G23HOAA6NSM2HO	60 L/min	4Way
D661-4617	G30HOAA6NSM2HO	80 L/min	4Way
D661-4612	G45HOAA6NSM2HO	120 L/min	4Way
D661-4614	G65HOAA6NSM2HO	200 L/min	4Way

スペアパーツおよび付属品

パーツ		サイズ	パーツナンバー
O リング※1	P、T、T ₂ 、A、B	ID 12.4 × ϕ 1.8 (5個)	NBR 90 D (A47622-004) FPM 90 D (A47582-004)
	X、Y	ID 15.6 × ϕ 1.8 (1個)	NBR 90 D (A47622-011) FPM 90 D (A47582-011)
メーティングコネクタ※2	6+PE	ケーブル径 最小 ϕ 10.0 最大 ϕ 12.0	B97007-061 EN 175201-804
フラッシングプレート	P、A、B、T、T ₂ 、X、Y		B67728-001
	P、T、T ₂ 、X、Y		B67728-002
	P、T、T ₂ 、X、Y		B67728-003
取り付けマニホールド		データシートを参照	
取り付けボルト※3		M6 × 60 mm (4本) 必要トルク13.3 Nm	A04001-006-060
リプレイサブルフィルタ		公称200 μ m	A67999-200
フィルタ用のOリング	フィルタ	ID 12.0 × ϕ 2.0 (1個)	NBR 85 D (66117-012-020) FPM 85 D (A25163-012-020)
	フィルタカバー	ID 17.1 × ϕ 2.6 (1個)	HNBR 85 D (B97009-080)

※1 出荷時に含む

※2 防滴仕様IP65（出荷時に含まれない）

※3 出荷時に含まれない

より詳しい情報はこちらへ

ムーグの製品、各ソリューションおよびサービスに関する詳しい情報は、メールでお問い合わせいただくか、ウェブサイトをご覧ください。また、最寄りのムーグの事業拠点にも直接お問い合わせいただけます。

アイルランド
+353 21 451 9000
info.ireland@moog.com

韓国
+82 31 764 6711
info.korea@moog.com

ノルウェー
+47 6494 1948
info.norway@moog.com

アメリカ
+1 716 652 2000
info.usa@moog.com

シンガポール
+65 677 36238
info.singapore@moog.com

フィンランド
+358 10 422 1840
info.finland@moog.com

アルゼンチン
+54 11 4326 5916
info.argentina@moog.com

スイス
+41 71 394 5010
info.switzerland@moog.com

フランス
+33 1 4560 7000
info.france@moog.com

イギリス
+44 168 429 6600
info.uk@moog.com

スウェーデン
+46 31 680 060
info.sweden@moog.com

ブラジル
+55 11 3572 0400
info.brazil@moog.com

イタリア
+39 0332 421 111
info.italy@moog.com

スペイン
+34 902 133 240
info.spain@moog.com

香港
+852 2 635 3200
info.hongkong@moog.com

インド
+91 80 4057 6666
info.india@moog.com

中国
+86 21 2893 1600
info.china@moog.com

南アフリカ
+27 12 653 6768
info.southafrica@moog.com

オーストラリア
+61 3 9561 6044
info.australia@moog.com

ドイツ
+49 7031 622 0
info.germany@moog.com

ルクセンブルグ
+352 40 46 401
info.luxembourg@moog.com

オランダ
+31 252 462 000
info.netherlands@moog.com

トルコ
+90 216 663 6020
info.turkey@moog.com

ロシア
+7 8 31 713 1811
info.russia@moog.com

カナダ
+1 716 652 2000
info.canada@moog.com

日本
+81 46 355 3767
info.japan@moog.com

www.moog.co.jp

©2012 Moog Inc. 日本ムーグ株式会社
MoogおよびムーグはMoog Inc.の登録商標です。
本書に記された全ての商標はMoog Inc.および日本ムーグ(株)の商標です。

D661-G...A Series-ja
YCO / YCO / PDF, Jan 2013