

取扱説明書

超小形流量スイッチ ラピフロー®

FSM-Xシリーズ

・アナログ出力タイプ

- 製品をお使いになる前に、この取扱説明書を必ずお読みください。
- 特に安全に関する記述は、注意深くお読みください。
- この取扱説明書は必要な時にすぐ取り出して読めるように大切に保管しておいてください。
- ご使用にあたり、お客様で十分評価を行っていただき品質・性能、安全性にご配慮いただきますようお願いいたします。
- 本製品は真空吸着確認用としてお使いいただきますようお願いいたします。



本製品を安全にご使用いただくために

ご使用になる前に必ずお読みください

当社製品を使用した装置を設計製作される場合には、装置の機械機構と空気圧制御回路とこれらをコントロールする電気制御によって運転されるシステムの安全性が確保できる事をチェックして安全な装置を製作する義務があります。

当社製品を安全にご使用いただくためには、製品の選定及び使用と取り扱い、ならびに適切な保安全管理が重要です。装置の安全確保のために、警告、注意事項を必ず守ってください。

なお、装置における安全性が確保できることをチェックして安全な装置を製作されるようお願い申し上げます。



警告

1. 本製品は、一般産業機械用部品として設計、製造されたものです。
よって、取扱いは十分な知識と経験を持った人が行ってください。
2. 製品の仕様範囲内でご使用ください。
製品固有の仕様範囲外での使用や、屋外での使用、および次に示すような条件や環境で使用する場合は、使用の可否を当社までご相談ください。なお、製品の改造や追加加工は絶対に行わないでください。
 - ① 原子力・鉄道・航空・船舶・車両・医療機械、飲料・食品などに直接接触する機器や用途、娯楽機器・緊急遮断回路・プレス機械・ブレーキ回路・安全対策用など、安全性が要求される用途への使用。
 - ② 人や財産に大きな影響が予想され、特に安全が要求される用途への使用。
3. 装置設計・管理等に関わる安全性については、団体規格、法規等を必ずお守りください。
ISO4414、JIS B 8370(空気圧システム通則)
JPAS 005(空気圧シリンダの使用および選定の指針)
高圧ガス保安法、労働安全衛生法およびその他の安全規則、団体規格、法規など
4. 安全を確認するまでは、本製品の取り扱いおよび配管・機器の取り外しを絶対に行わないでください。
 - ① 機械・装置の点検や整備は、本製品に関わる全てのシステムにおいて安全であることを確認してから行ってください。
 - ② 運転停止時も、高温部や充電部が存在する可能性がありますので、注意して行ってください。
 - ③ 機器の点検や整備については、エネルギー源である供給空気、該当する設備の電源を遮断し、システム内の圧縮空気は排気し、水漏れ・漏電に注意して行ってください。
 - ④ 空気圧機器を使用した機械・装置を起動または再起動する場合、飛び出し防止処置等システムの安全が確保されているか確認し、注意して行ってください。
5. 事故防止のために必ず、次項以降の警告及び注意事項をお守りください。

■ ここで示した注意事項では、安全注意事項のランクを「危険」「警告」「注意」として区別してあります。



危険： 取扱いを誤った場合に、死亡または重傷を負う危険な状態が生じることが想定され、かつ危険発生時の緊急性(切迫の度合い)が高い限定的な場合。



警告： 取扱いを誤った場合に、死亡または重傷を負う危険な状態が生じることが想定される場合。



注意： 取扱いを誤った場合に、軽傷を負うかまたは物的損害のみが発生する危険な状態が生じることが想定される場合。

なお「注意」に記載した事項でも、状況によっては重大な結果に結び付く可能性があります。いずれも重要な内容を記載していますので必ず守ってください。



危険 :

使用流体について

- 引火性の流体には絶対に使用しないでください。

使用環境について

- 防爆性環境
爆発性ガス雰囲気中では、絶対に使用しないでください。
防爆構造になっていませんので、爆発火災を引き起こす可能性があります。

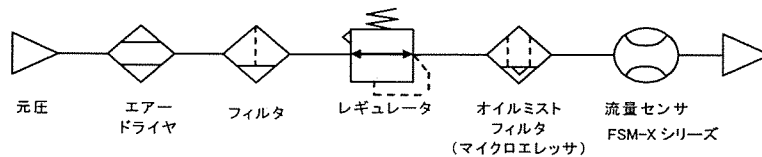


警告 :

使用流体について

- 取引用メータとしては使用できません。
計量法に適合していませんので、商取引には使用しないでください。
工業用センサとして使用してください。
- 適用流体は空気、窒素ガスです。適用流体以外の流体では精度の保証は出来ませんので使用しないでください。
- 塩素、硫黄、酸等の腐食成分を含まない乾燥気体で、かつダストおよびオイルミストを含まない清浄気体をご使用ください。
- コンプレッサからの圧縮空気には、ドレン(水、酸化オイル、異物等)が含まれていますので、センサの一次側(上流)にフィルタ、エアードライヤおよびオイルミストフィルタ(マイクロエレッサ)を取付けて使用ください。
なお、センサ内のメッシュ(金網)は、配管中の流れを整流するためのものです。異物を取除くためのフィルタではありませんので、必ずフィルタを設置してください。

<推奨回路>



- センサの一次側にバルブを使用する場合は、禁油仕様のバルブをご使用ください。グリス、オイル等の飛散により、センサが誤作動したり破壊する恐れがあります。なお、バルブによっては磨耗粉が発生する場合がありますので、センサへの流れ込みを防ぐため、フィルタを取付けてご使用ください。
- 流体の質によっては、流路内に長時間滞留させると性能に悪影響を及ぼす可能性があります。配管内の流体を長時間密封しないでください。
- 使用圧力範囲内でお使いください。使用圧力範囲外でご使用されると、精度劣化、内部破壊などの不具合が発生する恐れがあります。

使用環境について

- 腐食性環境
亜硫酸ガス等の腐食性ガス雰囲気では使用しないでください。
- 周囲温度・流体温度
周囲温度・流体温度は0~50℃の範囲内でご使用ください。
なお、温度範囲内であっても周囲温度・流体温度が急激に変化し結露が発生する場所では使用しないでください。
- 使用圧力範囲・仕様流量範囲
最高使用圧力以上又は最低使用圧力以下、仕様流量範囲外での使用は故障の原因になりますので、仕様範囲内にてご使用ください。

● 防滴環境

本製品の保護構造はIP40相当です。水分、塩分、塵埃および切り粉がある場所、加圧、減圧環境下では設置しないでください。
温度変化の激しい場所や、高湿度の環境では本体内部に結露による障害を発生する恐れがありますので使用できません。



注意:

流量単位について

- 本製品の流量は温度、圧力の影響を受けない質量流量で計測しています。
単位は l/min ですが、これは質量流量を $20^{\circ}C$ 1気圧(101kPa)での体積流量に換算した場合の表示です。

過流量について

- 測定範囲の2倍程度の過流量が流れてもセンサには問題ありませんが、最大使用圧力近くでの動圧がかかった場合(2次側開放状態で、1次側に圧力が加わった場合)、センサに異常をきたす恐れがあります。モレ検査のワーク充填時等、動圧がかかる場合は、必ずバイパス回路や、しぼりを設けてセンサに動圧がかからないようにしてください。

吸着確認等でご使用の場合

- 本製品を吸着確認等でご使用の場合は、使用真空圧力、吸着ノズル径より流量レンジを選定してください。
『4. 技術資料「4. 1 流量理論計算方法」19ページ』を参照してください。
- 吸入側の上流に必ずエアフィルタを取り付け、異物・水分の吸入を防止してください。
- 大気露点と本製品の周囲温度を考慮して、配管内で結露しない条件でご使用ください。
- 吸着ノズルから本製品の間配管容積によって、応答速度が遅れる場合があります。その場合は、配管容積を小さくする等の対策をとってください。
- ワンタッチ継手部付近での曲げを行わないでください。
ワンタッチ継手付近のチューブに応力が加わる場合はインサートリングをチューブに挿入後、ワンタッチ継手へ差し込んでご使用ください。

CE 対応について

- 本製品に適用しているイミュニティに関する整合規格は EN61000-6-2 ですが、この規格への適合として下記条件が必須となります。

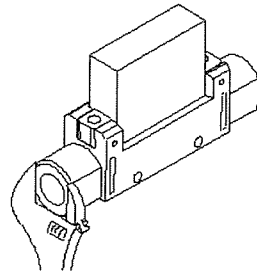
<条件>

- ・本製品の評価は、電源線と信号線が一体となったケーブルを使用し、信号線として評価しています。
- ・サージイミュニティに対する耐性はありませんので、装置側にて対策を実施してください。

注意 :

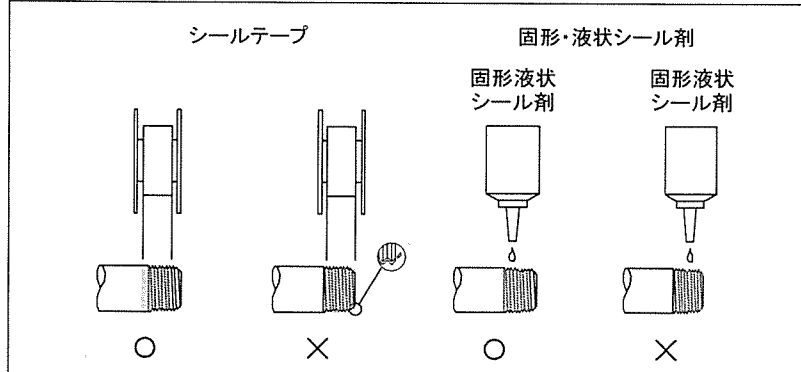
配管について

- 配線の前に必ず配管・取り付けを行ってください。
- ボディの矢印の向きを確認し、気体の流れる向きを確認してから4mmのチューブをワンタッチ継手部に挿入して使用してください。チューブは確実に挿入し、チューブを引いて抜けないことを確認してからご使用ください。チューブは専用カッターで必ず直角に切断しご使用ください。
- 継手を組付けるときは、継手の二面幅部へスパナを掛けして行なってください。配管時は接続ポートに過大なねじ込みトルクや荷重トルクが加わらないようにしてください。



- 配管の前には配管内の異物・切削等を除去するため、エアブローを行って清掃してください。
異物・切削等が大量に混入すると整流ユニットや白金センサを破損することがあります。
- 配管の際には、シールテープや接着剤が入らないようにしてください。

・シールテープの巻き付け方法は、配管のネジ部の先端から 2mm 以上内側の位置から巻きつけます。
※シールテープが配管ネジ部より先端にはみ出していると、ねじ込みによってシールテープが切断され切れ端となって内部に入り込み故障の原因となります。
・液状のシール剤を使用するときも、ねじの先端から1~2山残して多すぎないように注意しながら塗布してください。



- 流路構造によって流量-出力特性が変わることがありますので、流路ブロックをご用意される場合には、実際に流量-出力特性をご確認の上、ご使用ください。(推奨形状は、外形寸法図 A3-451176 でご確認ください。)

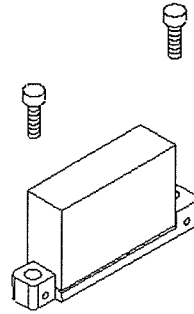


注意：

取付について

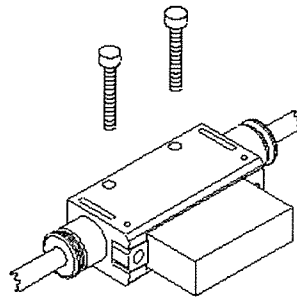
- 本製品は上下左右どの方向にも取付けることができます。

<センサヘッド単品>



推奨ネジサイズ
M2(添付品)
締付けトルク:0.2~0.3N・m

<流路ブロック付き>



推奨ネジサイズ
M1.6
締付けトルク:0.2~0.3N・m



危険 :

配線について

- 電源電圧および出力は、仕様電圧でご使用ください。
仕様電圧以上の電圧を印加すると、誤作動、センサの破損および感電や火災の原因となります。
また、出力の定格を超える負荷は、使用しないでください。
出力の破損や火災の原因となります。



警告 :

配線について

- 配線は電源を切った状態で行ってください。
- 配線時に線の色の確認を行ってください。
誤配線はセンサの破壊・故障および誤作動につながりますので、取扱注意書にて配線の色をご確認の上、配線ください。
- 配線の絶縁を確認してください。
他の回路と接触、地絡、端子間絶縁不良がないようにしてください。
センサに過電流が流れ込み、破損の原因となります。
- 本製品に使用する電源は交流電源とは絶縁された定格内のDC安定化電源を使用ください。絶縁されていない電源は、感電の危険があります。
安定化されていない電源では、ピーク値が定格を超え、本製品を破損させたり精度を悪化させる場合があります。
- 本製品および配線は、強電線などのノイズ源から極力離して設置してください。電源線にのるサージは別に対策をとってください。出力が変動する場合があります。
- サージ電流、逆流電流が発生した場合、破損の恐れがあるためご注意ください。
- 負荷を短絡しないでください。破裂したり焼損したりする恐れがあります。
- アナログ出力電圧出力タイプのカタイプの出力インピーダンスは約1kΩです。接続負荷のインピーダンスが低い場合、出力値の誤差が大きくなります。接続負荷のインピーダンスでの誤差を確認の上ご使用ください。
- リード線に繰り返しの曲げや引張り力が加わらないようにしてください。断線の原因となります。
- ご使用中にコネクタ部へ応力が加わらないようにしてください。内部基板・ボディが変形して出力変化や、外部漏れの原因となります。



警告 :

調整時

- 出力精度は、温度特性の他に通電による自己発熱の影響も受けます。ご使用時には、スタンバイ時間(通電後5分以上)を設けるようにしてください。
- 本製品の故障が、重大な事故につながる用途では、必ずフェール・セーフの機構を設けてください。



注意 :

- 動作中に異常が発生した場合は、すぐに電源を遮断し、使用を中止して販売店に連絡をしてください。
- 本製品の流量は定格流量の範囲内でお使いください。
- 本製品は使用圧力の範囲内でお使いください。
- 精度については、お客様のご使用環境やご使用状態において、初期から変動する場合があります。定期的に動作確認することを推奨いたします。
- 本製品は外力が加わると流量出力が変動する場合があります。お使いの際には製品を挟み込むなどの外力が加わらないようにして下さい。
- 流路構造によっては流量-出力特性に影響する場合がありますので、流路ブロックをご用意される場合には実際に流量-特性をご確認の上、ご使用ください。(推奨形状は外形寸法図(A3-451176)でご確認ください。)
- 故障の原因になりますので、分解・改造はしないでください。
- ケースの材質は樹脂です。
汚れ等を取るために、溶剤・アルコール・洗剤などは使用しないでください。樹脂を侵す恐れがあります。薄めた中性洗剤を堅く絞ったウエスなどで拭き取ってください。

目 次

超小形流量スイッチ ラピフロー FSM-Xシリーズ

取扱説明書 No.SM-451176

1. 設置・配線方法	
1.1 配管方法	9
1.2 設置方法	10
1.3 配線方法	11
2. 保守に関する事項	
2.1 トラブルシューティング	12
3. 製品に関する事項	
3.1 仕様	13
3.2 形番表示方法	15
3.3 外形寸法	16
3.3.1 センサヘッド単品	16
3.3.2 流路ブロック付(ワンタッチ継手φ4)	17
3.3.3 流路ブロック付(M5 ねじ)	17
3.3.4 ケーブルオプション	18
4. 技術資料	
4.1 流量理論計算方法	19

作成: '11.12.22

1 設置・配線

1. 設置・配線方法

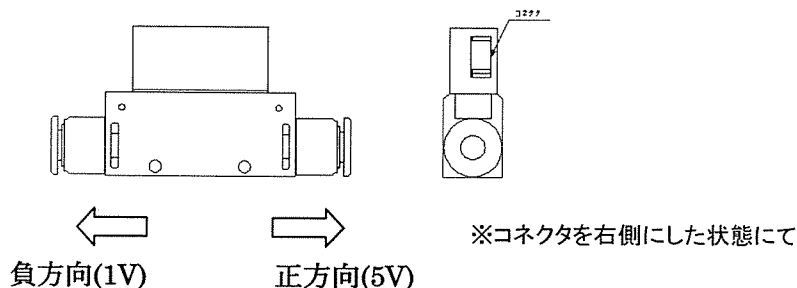
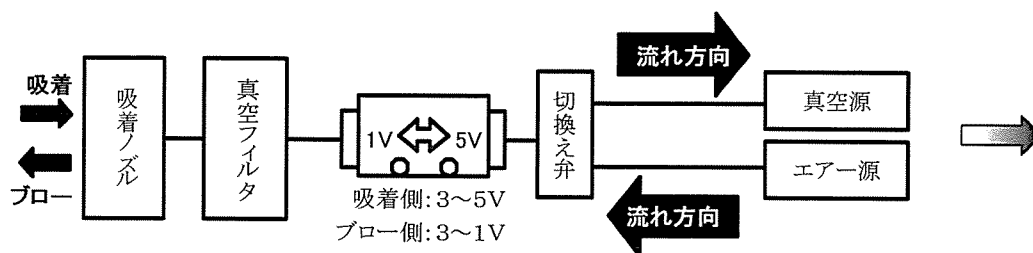
1.1 配管方法

<注意事項>

- 流体の流れる向きはボディの矢印の方向としてください。

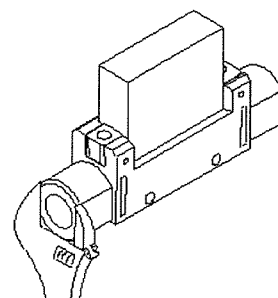
双方向タイプの配管例

吸着側: 正方向(3~5V)、ブロー側: 負方向(1~3V)

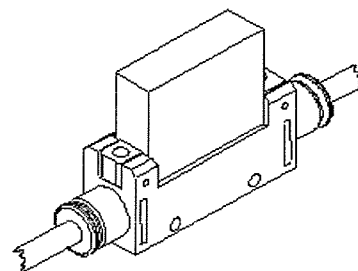


- 配管の前には、配管内の異物・切粉等を除去してください。
- 継手を締付ける際は継手の二面幅部へスパナ掛けして行ってください。
- 樹脂ケースをつかんで回さないでください。配管時は接続ポートに過大なねじ込みトルクや荷重トルクが加わらないようにしてください。

接続ねじ	締付けトルク
M5	0.5~1.0 N・m



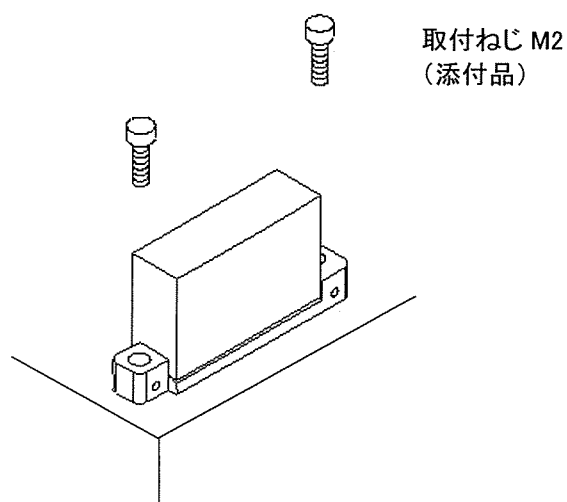
- 配管の際には、シールテープや接着剤が入らないようにしてください。
- 4mm のチューブをワンタッチ継手部に挿入して使用してください。チューブを確実に挿入し、チューブを引いて抜けないことを確認してからご使用ください。
- チューブは専用カッターで必ず直角に切断しご使用ください。



1.2 設置方法

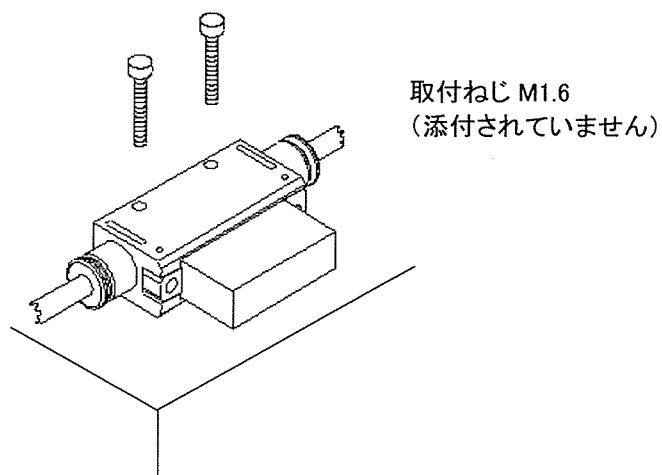
●センサヘッド単品

2ヶ所の貫通穴($\phi 2.3$)を利用して設置してください。
取付け時は、 $0.2\sim 0.3\text{N}\cdot\text{m}$ の締付けトルクで固定してください。



●流路ブロック付

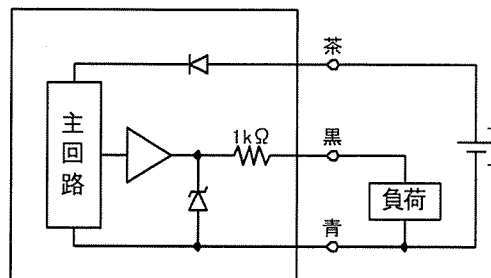
2ヶ所の貫通穴($\phi 2.0$)を利用して設置してください。
取付け時は、 $0.2\sim 0.3\text{N}\cdot\text{m}$ の締付けトルクで固定してください。



1.3 配線方法

1.3.1 アナログ出力タイプ

線色	内容
茶	電源+ DC24V±10%(21.6~26.4V) リップル率1%以下
青	電源- GND
黒	アナログ出力 (1~5V) 接続負荷インピーダンス50kΩ以上



《注意事項》

接続負荷について

アナログ出力部の出力インピーダンスは 1kΩ です。接続負荷のインピーダンスが低い場合、出力値の誤差が大きくなります。接続負荷のインピーダンスでの誤差を確認の上ご使用ください。

■計算例

- ・FSM-X の出力インピーダンス $R_o=1k\Omega$
- ・負荷内部インピーダンス $R_x=1M\Omega$
- ・出力値 $= (1 - R_o / (R_o + R_x)) \times 100\% = (1 - (1k\Omega / (1k\Omega + 1M\Omega))) \times 100\%$
- ⇒出力値の誤差=約 0.1%

配線抵抗について

オプションケーブル (FSM-X-C33) をご使用の場合、ケーブルの配線抵抗 (0.23Ω/m 以下) により電圧が変化しますのでご注意ください。

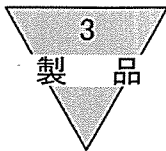
■計算例

- ・オプションケーブル (FSM-X-C33: 長さ 3m) の配線抵抗: $0.23\Omega/m \times 3m = 0.69\Omega$
- ・電源一線に発生する電圧 = 製品消費電流 (=30mA) \times 配線抵抗 0.69Ω = 約 0.02V
- ・出力値の誤差 = $0.02V / 4V$ (フルスケール) = 0.5%F.S.

2. 保守に関する事項

2.1 トラブルシューティング

不具合現象	原因	対策
外部漏れ量が多い	ガスケットの脱落	ガスケットが溝に入っているか確認する
	ガスケットの割れ	ガスケットの交換
	固定ねじの緩み (M2 ねじ、2ヶ所)	ねじの締め込み状態を確認する
	供給圧力が仕様範囲外	供給圧力を確認する(-90~200kPa)
	本体に外力が加わっている	ケーブルが引っ張られていないか確認する
		本体が外部から押されていないか確認する
	継手の接続不良(φ4 継手)	チューブの挿入状態の確認
継手の接続不良(M5 ねじ)	ねじ込み状態の確認	
出力電圧が動作しない	ケーブルの断線	ケーブルの交換
	誤配線	ケーブルの配線を確認する
	コネクタの接続不良	コネクタの勘合状態を確認する
	電源電圧が仕様範囲外	DC24V±10%に設定する
	本体の故障	本体の交換
出力電圧の不良 (ゼロ点が仕様値から外れる)	流路の異物詰まり	吸込み側にフィルタを設置する
	電源電圧が仕様範囲外	DC24V±10%に設定する
	本体の故障	本体の交換
出力電圧の不良 (スパン点が仕様値から外れる)	外部漏れが多い	吸込み側の配管の漏れがないか確認する
	供給圧力が仕様範囲外	供給圧力を確認する(-90~200kPa)
	周囲温度が仕様範囲外	周囲温度を確認する(0~50℃)
	センサチップの異物付着	本体の交換
出力電圧が低い	接続負荷のインピーダンスが低い	接続負荷のインピーダンスを 50kΩ 以上にする
アナログ出力が安定しない	流体のふらつき	バッファタンクを設ける(加圧時)
		真空元の排気能力が低い(真空時)
	電源電圧のふらつき	電源の供給能力を確認する
ノイズの影響	ノイズ源から本体とケーブルを離す	



3. 製品に関する事項

3.1 仕様

項目	形番	アナログ出力タイプ							
		FSM-X-AR005	FSM-X-AR010	FSM-X-AR050	FSM-X-AR100	FSM-X-AF005	FSM-X-AF010	FSM-X-AF050	FSM-X-AF100
流量範囲(L/min) (注1)		-0.5~+0.5	-1~+1	-5~+5	-10~+10	0~0.5	0~1	0~5	0~10
使用条件	適用流体 (注2)	清浄空気 (JIS B 8392-1、1.1.1~1.6.2)、窒素							
	最高使用圧力	0.2MPa							
	最低使用圧力	-0.09MPa							
	保証耐圧力	0.3MPa							
	使用周囲温度・湿度	0~50°C, 80%RH 以下							
	使用流体温度	0~50°C (結露なきこと)							
保存温度範囲		-20~60°C (結露なきこと)							
出力 (注9)		アナログ出力 1 点 (1-5V 電圧出力、接続負荷インピーダンス 50kΩ 以上) 注3							
精度 (注4)	直線性	ノンリニア特性							
	圧力特性	双方向タイプ: ±5%F.S.以下 (-0.09~0.2MPa、0.1MPa 基準) 片方向タイプ: ±10%F.S.以下 (-0.09~0.2MPa、0.1MPa 基準)							
	温度特性	双方向タイプ: ±0.3%F.S./°C以下 (0~50°C、25°C基準) 片方向タイプ: ±0.6%F.S./°C以下 (0~50°C、25°C基準)							
	再現性(くり返し性) (注5)	±2%F.S.以下							
応答時間 (注6)		5ms 以下 (10 L/min は 8ms 以下)							
外部漏れ (注7)		1mL/min 以下(センサヘッド単品)、2mL/min(流路ブロック付)							
消費電流 (注8)		30mA 以下							
電源電圧		DC24V(DC21.6~26.4V) リップル 1%以下							
電源電圧変動		±2%F.S.以下 (21.6~26.4V)							
コネクタ	製品側	SM03B-SRSS-TB(JST 製)、ロック機構無し							
適合コネクタ	ハウジング	SHR-03V-S(JST 製)							
	コネクタピン	SSH-003T-P0.2-H(JST 製)							
取付	取付方向	縦・横自在							
	導入直管部	不要							
耐振動		10~150Hz、複振幅 1.5 mm、最大 98.1m ² /s、XYZ 各方向 2 時間							
質量	無記号	約 4g (ケーブルは含みません)							
	H04	約 17g (ケーブルは含みません)							
	M05	約 17g (ケーブルは含みません)							
EMC 指令		EN61000-6-4、EN61000-6-2							

注 1: 20°C 1 気圧(101kPa)での体積流量に換算した流量。

注 2: 塩素、硫黄、酸等の腐食成分を含まない空気をご使用ください。

圧縮空気をご使用の場合は、JIS B 8392-1:2003 等級 1.1.1~1.6.2 の清浄空気をご使用ください。

コンプレッサからの圧縮空気には、ドレン(水、酸化オイル、異物等)が含まれています。本製品の機能を維持するために本製品の一次側(上流)にフィルタ、エアードライヤ及びオイルミストフィルタを取付けて使用ください。

本製品を吸着確認でご使用の場合は、異物の吸入を防止するために、吸着ノズルと本製品との間に必ずエアフィルタを取り付けてください。

注 3: 本製品の流量出力は流量の絶対値を示すものではありません。

注 4: 本センサの校正は、片方向タイプ:アナログ出力 1~5V、双方向タイプ:アナログ出力 3V~5V で行ないます。F.S.(フルスケール)とは、アナログ出力 1~5V として定義します。精度条件:温度 25±3°C、電源電圧 DC24±0.01V

注 5: 流量 ON 時、0.5ms のサンプリング周期で 20 秒間取り込んだデータの平均値を 1 回の測定値とし、流量 ON-OFF 連続 10 回の繰り返し性とし、経時変化は含みません。

注 6: 流量検出後、出力がフルスケール流量の 80%に到達するまでの時間です。配管条件により応答時間は変化します。

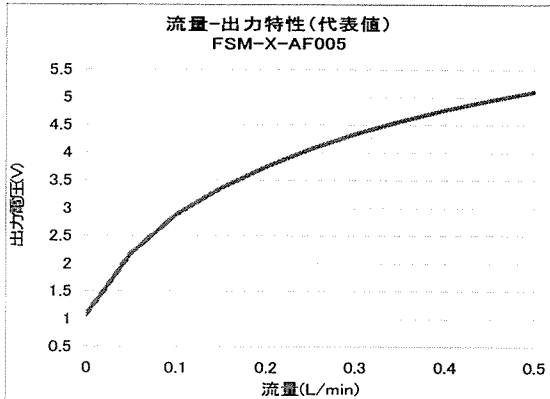
注 7: 25°C±3°Cの環境下で、0.2MPa の内部加圧した時の値です。初期の値であり、経時変化は含みません。

注 8: DC24V 接続、負荷未接続の電流です。負荷の接続状態などによって消費電流が変わりますのでご注意ください。

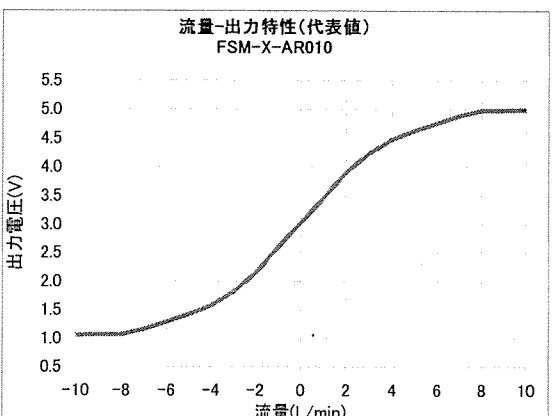
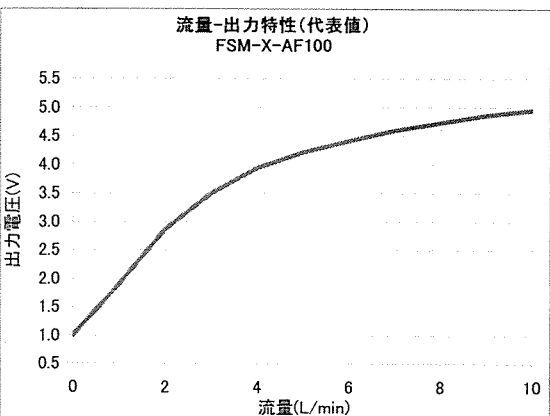
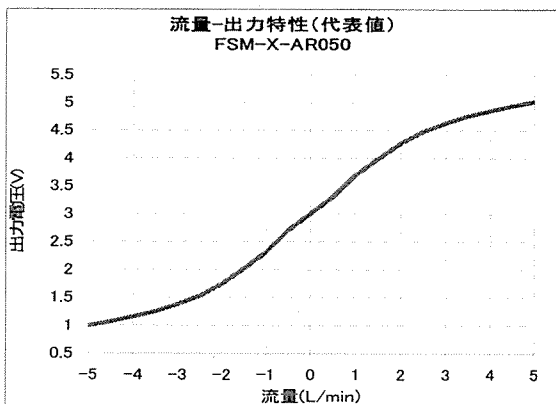
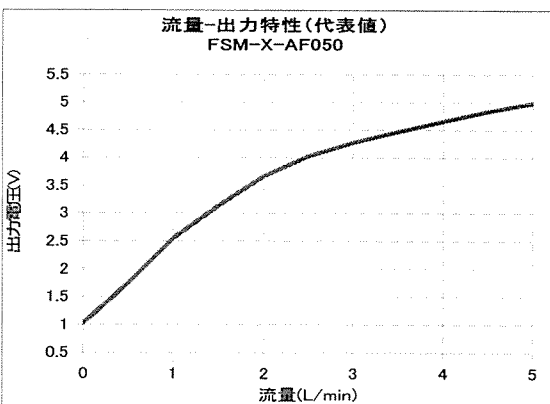
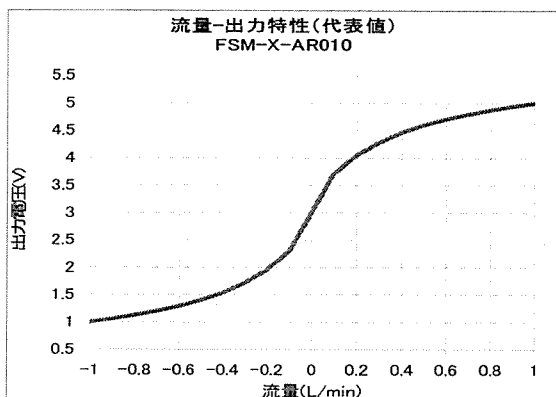
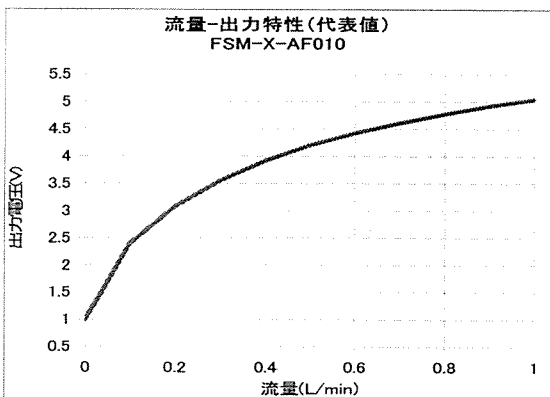
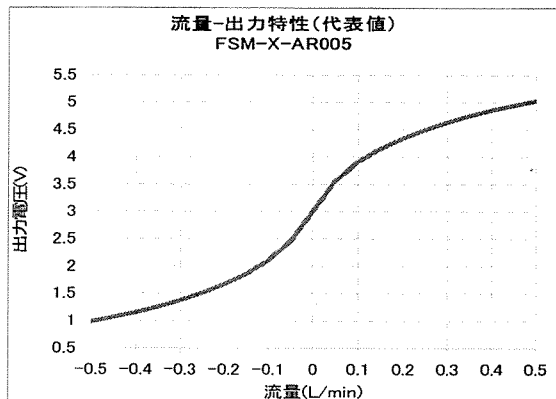
注 9: 双方向(片方向)は流量ゼロのとき 3V(1V)を示し、コネクタを右側にし本体を見て流体を右に流した場合に 5V に変化します。

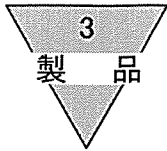
流量特性(参考値)

片方向タイプFSM-X-AF□□□



双方向タイプFSM-X-AR□□□





3. 2 形番表示方法

FSM-X - A R 005 - H04 - 3
① ② ③ ④ ⑤

①出力タイプ		②流れ方向		③流量レンジ(フルスケール流量)	
A	アナログ出力1点(1-5V)	F	片方向	005	0.5 L/min
		R	双方向	010	1 L/min
				050	5 L/min
				100	10 L/min

④接続口径		⑤ケーブルオプション	
無記号	継手無し(センサヘッド単品)	無記号	なし
H04	流路ブロック付(φ4ワンタッチ継手)	3	コネクタ付ケーブル(3芯、3m)
M05	流路ブロック付(M5)		

オプション単品形番

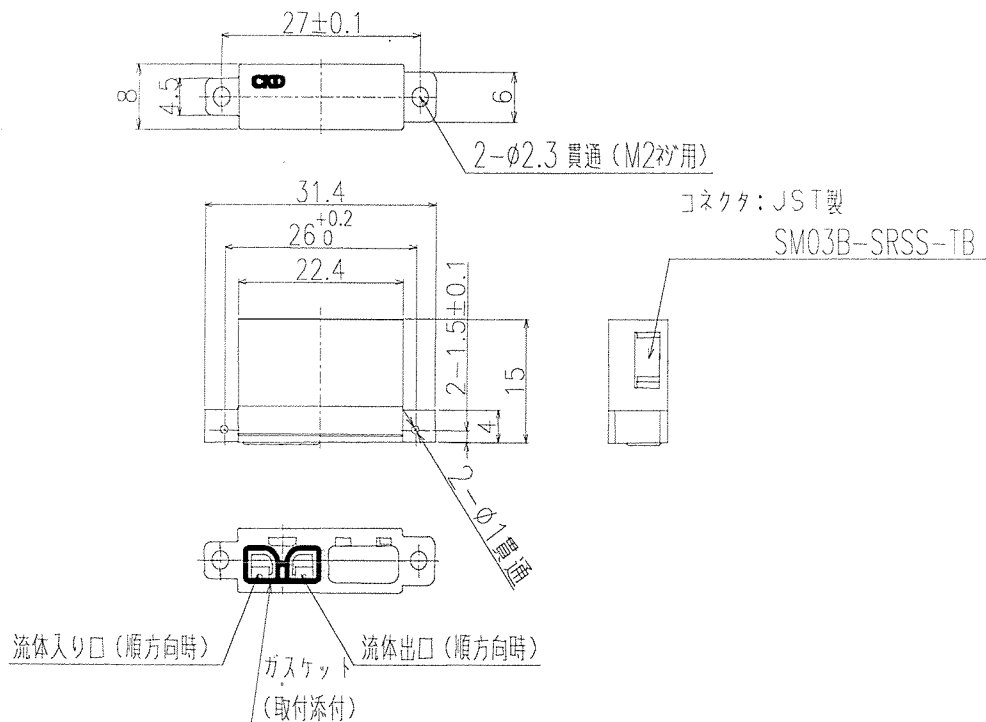
ケーブルオプション

FSM-X - C33

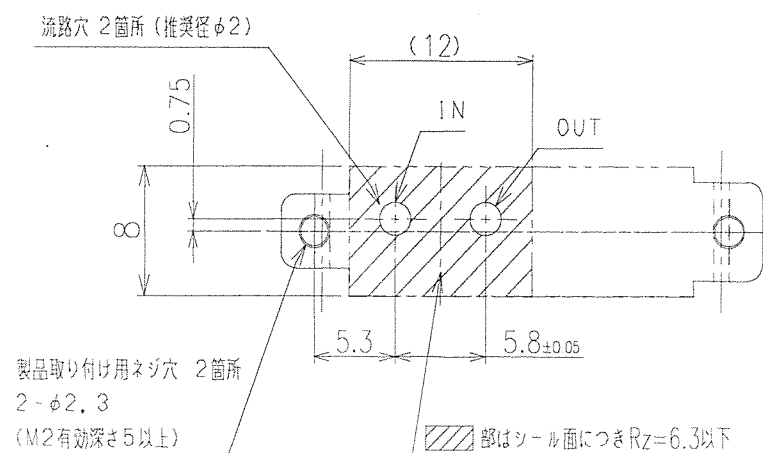
オプション	
C33	コネクタ付ケーブル(3芯、3m)

3.3 外形寸法

3.3.1 センサヘッド単品



流路ブロック推奨形状

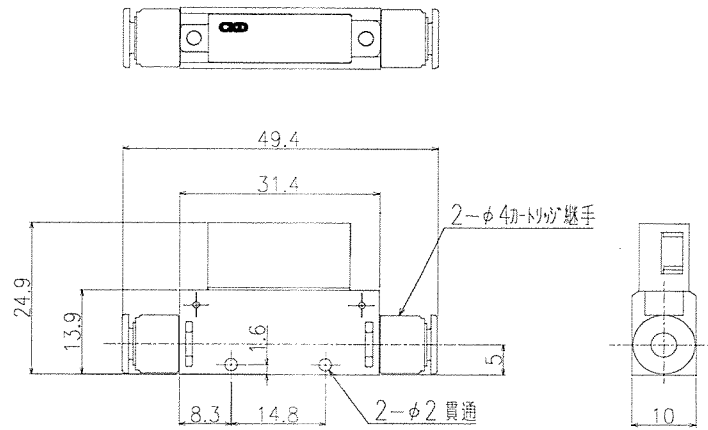


流路構造によっては流量-出力特性に影響する場合がありますので、流路ブロックをご用意される場合には実際に流量-特性をご確認の上、ご使用ください。

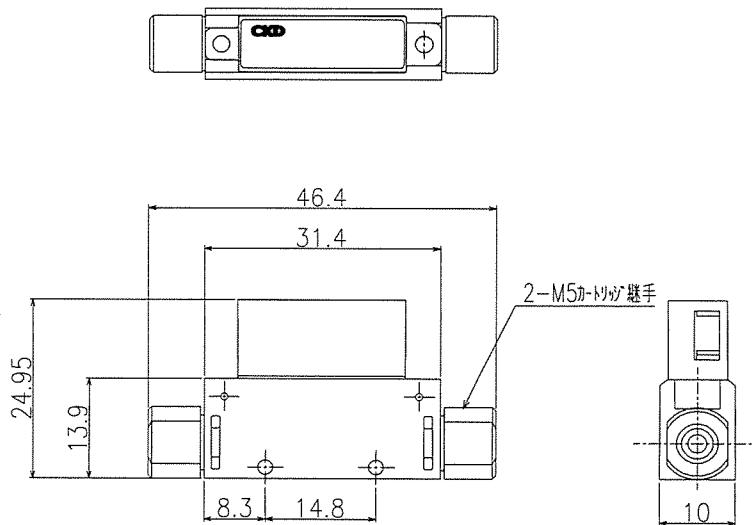


3. 3. 2 流路ブロック付き

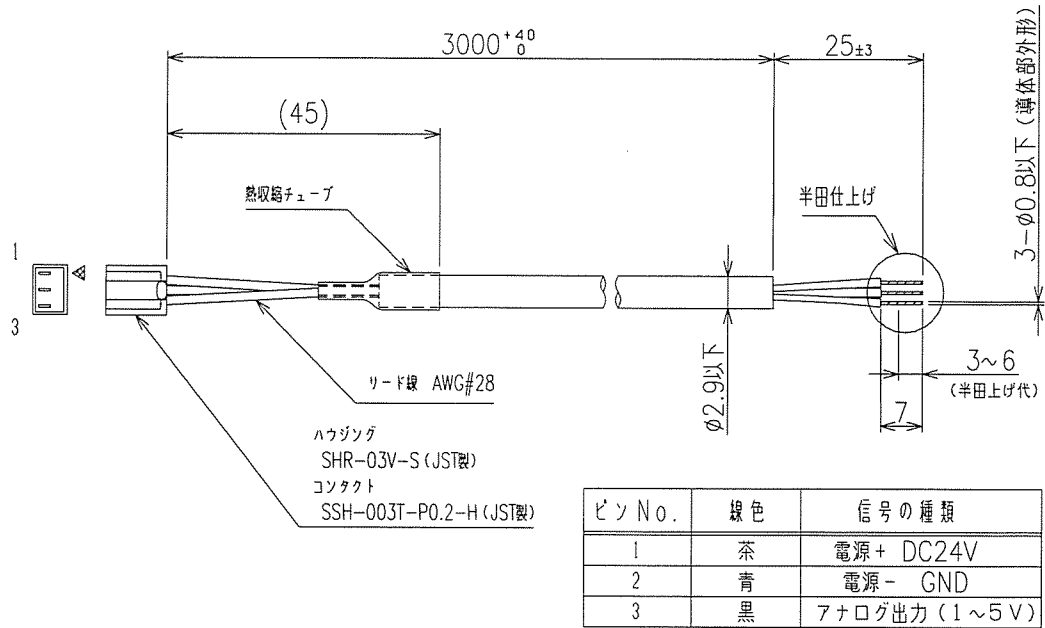
●ワンタッチ継手 $\phi 4$



●M5ねじ



3.3.3 ケーブルオプション





4. 技術資料

4.1 流量理論計算方法

● 有効断面積から流量を算出する場合

- $P_1 \geq 1.89P_2$ (音速) の場合

$$Q = 113.2 \times S \times P_1$$

- $P_1 < 1.89P_2$ (亜音速) の場合

$$Q = 226.4 \times S \times \sqrt{P_2 (P_1 - P_2)}$$

- Q : 流量 L/min
- P_1 : 1次側絶対圧力 MPa
- P_2 : 2次側絶対圧力 MPa
- S : ノズル(ピンホール)の有効断面積 mm²

● 計算例

ノズルの径が $\phi 0.1 \sim 2$ で P_2 を可変した場合の流量計算値を下表に示します。

	P_1 (MPa) 絶対圧	P_1 (MPa) ゲージ圧	P_2 (MPa) 絶対圧	P_2 (MPa) ゲージ圧	音速/ 亜音速	流量計算値 (L/min)									
						$\phi 0.1$	$\phi 0.2$	$\phi 0.3$	$\phi 0.4$	$\phi 0.5$	$\phi 0.7$	$\phi 1$	$\phi 1.5$	$\phi 2$	
吸引	0.1013	0	0.0313	-0.07	音速	0.090	0.360	0.810	1.440	2.250	4.411	9.002	20.254	36.007	
	0.1013	0	0.0413	-0.06	音速	0.090	0.360	0.810	1.440	2.250	4.411	9.002	20.254	36.007	
	0.1013	0	0.0513	-0.05	音速	0.090	0.360	0.810	1.440	2.250	4.411	9.002	20.254	36.007	
	0.1013	0	0.0613	-0.04	亜音速	0.088	0.352	0.792	1.408	2.200	4.312	8.800	19.801	35.202	
	0.1013	0	0.0713	-0.03	亜音速	0.082	0.329	0.740	1.315	2.055	4.028	8.220	18.494	32.878	
	0.1013	0	0.0813	-0.02	亜音速	0.072	0.287	0.645	1.147	1.792	3.512	7.166	16.125	28.666	
	0.1013	0	0.0913	-0.01	亜音速	0.054	0.215	0.483	0.859	1.343	2.631	5.370	12.083	21.480	
ブロー(漏れ検査)	0.1113	0.01	0.1013	0	亜音速	0.057	0.226	0.509	0.905	1.414	2.772	5.657	12.727	22.626	
	0.1213	0.02	0.1013	0	亜音速	0.080	0.320	0.720	1.280	2.000	3.920	8.000	17.999	31.998	
	0.1413	0.04	0.1013	0	亜音速	0.113	0.453	1.018	1.810	2.828	5.543	11.313	25.455	45.252	
	0.1613	0.06	0.1013	0	亜音速	0.139	0.554	1.247	2.217	3.464	6.789	13.856	31.175	55.423	
	0.1813	0.08	0.1013	0	亜音速	0.160	0.640	1.440	2.560	4.000	7.840	15.999	35.998	63.996	
	0.2013	0.1	0.1013	0	音速	0.179	0.716	1.610	2.862	4.472	8.765	17.888	40.248	71.552	
	0.3013	0.2	0.1013	0	音速	0.268	1.071	2.410	4.284	6.694	13.119	26.774	60.242	107.096	
	0.4013	0.3	0.1013	0	音速	0.357	1.426	3.209	5.706	8.915	17.474	35.660	80.236	142.641	
	0.5013	0.4	0.1013	0	音速	0.445	1.782	4.009	7.127	11.137	21.828	44.547	100.230	178.186	
	0.6013	0.5	0.1013	0	音速	0.534	2.137	4.809	8.549	13.358	26.182	53.433	120.224	213.731	

(注意)

- ・配管等に漏れがある場合、計算値より実際に流れる流量が大きくなります。流量選定時には、配管の漏れ量を考慮してください。
- ・配管途中で、吸着ノズル径よりも細い部分がある場合、流量が絞られてしまい、計算値より低い流量になることがあります。また、吸着確認等ができなくなるおそれがあります。
- ・有効断面積は、あくまでも目安です。ノズルが細い場合、有効断面積はノズルの開口面積よりも小さくなります。
- ・応答速度は、流量センサから吸着ノズル(ピンホール)までの配管の内容積によって決まります。高速検知を行う場合は、吸着ノズルの近くに流量センサを配置するなど、極力配管の内容積を小さくしてください。

吸着ノズルでの着脱確認に流量センサをご使用になる場合の、流量レンジ選定の目安にお役立てください。ノズル(ピンホール)の有効断面積とノズルの内外での圧力差により、流量を計算することができます。

