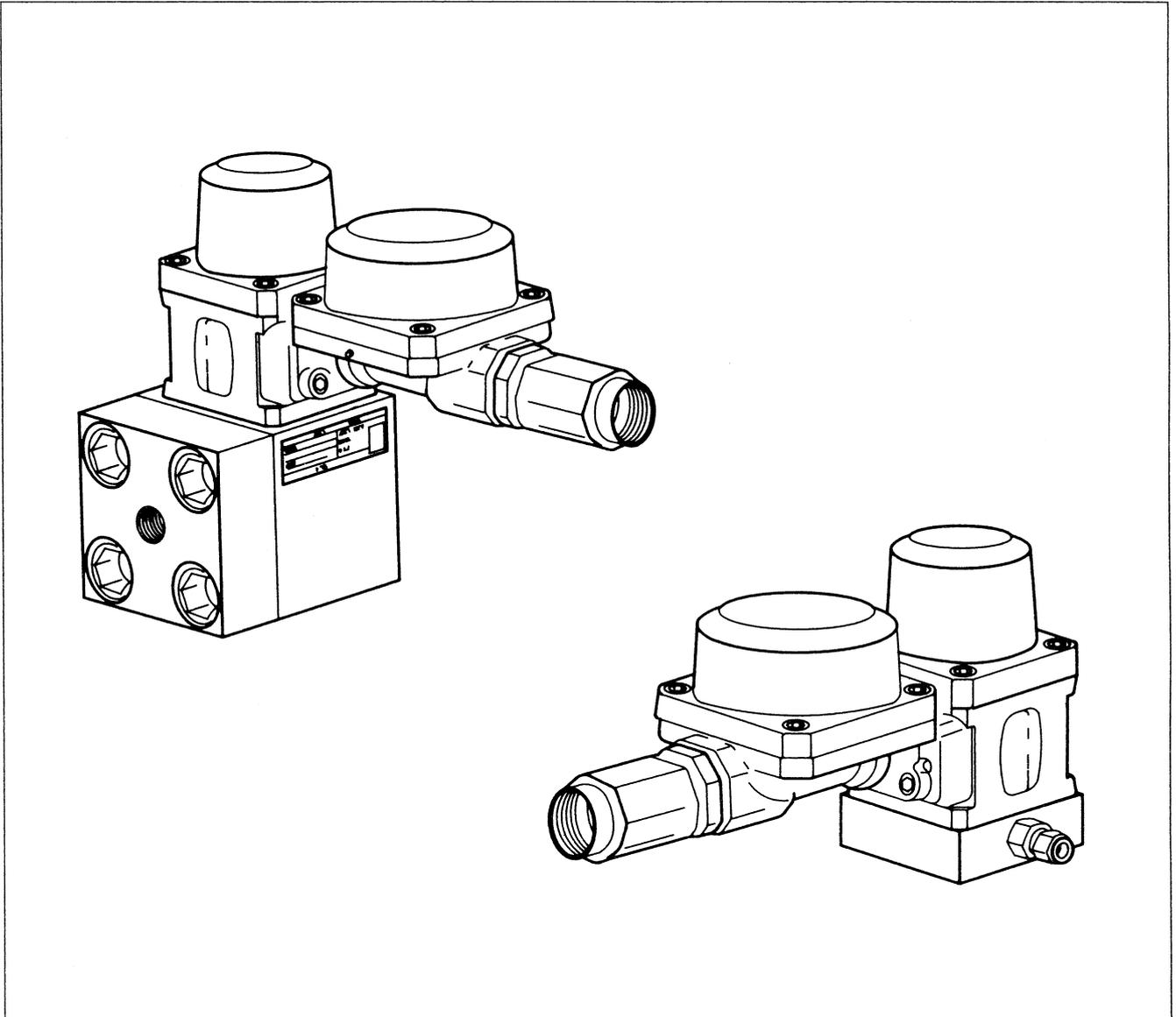




## マスフローオーバル (MASFLO-OVAL)

防爆形熱式質量流量計 (防爆形マスフローメータ)……………F-330シリーズ



このたびはマスフローオーバルをお買い上げいただき誠に有り難うございます。

本製品は、当社において厳重な品質管理の下に製造出荷されております。正しくお使い頂くために本書で

は、取り扱いに当たって必要な注意事項をご説明しておりますので、ご使用前に、必ずこの取扱説明書をよくお読みくださいますようお願い致します。

なお、本書は大切に保管してください。

目次	頁
1. 取扱い上の注意	3
1.1 数量の確認	3
1.2 ネームプレートの確認	3
1.3 運搬についての注意事項	3
1.4 保管についての注意事項	3
2. 概要	4
3. 標準仕様	4
4. 外形寸法	5
5. 製品記号の説明	6
6. システム構成上の注意	7
7. 取付け要領	8~10
7.1 本体の取付け場所	8
7.2 本体の取付け要領	8
7.3 配管接続要領	9
7.4 電気配線要領	10
8. トラブル発生時の点検	12~13
8.1 マスフローメータ/コントローラ周辺	12
8.2 リードアウトユニット	12
8.3 ケーブル	12
8.4 マスフローメータ/コントローラ	12
8.5 トラブルシューティング表	13
9. 使用ガスの変更	14
9.1 校正ガス以外のガスを流す場合	14
9.2 コンバージョンファクタについて	14
10. 校正要領(湿式ガスメータによる校正方法)	15~19
10.1 マスフローオーバルの校正手順の説明	15
10.2 マスフローオーバル校正フローチャート	17

## 1. 取扱上の注意

本器は工場で十分な検査をされて出荷されており、本器がお手もとへ届きましたら、外観をチェックして、損傷の無い事をご確認ください。

本項では取扱いに当って必要な注意事項を記載してありますので、まず本項を良くお読みください。本項

記載以外の事項につきましては関係する項目をご参照ください。

お問い合わせ事項がございましたら、ご購入先あるいは最寄りの当社サービス網にご連絡ください。

### 1.1 数量の確認

防爆形マスフローオーバルシステムの構成は、ご注文時の内容により多少異なりますが、標準的には下記の機器から構成されます。開梱されましたら、数量をご確認ください。

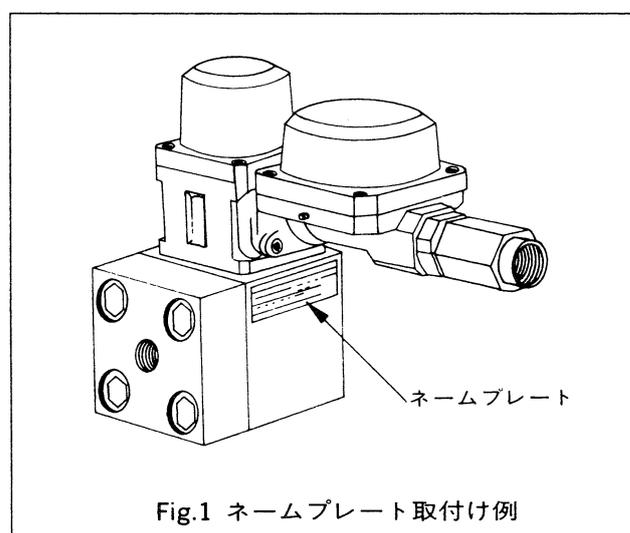
- ① 防爆形マスフローオーバル
- ② リードアウトユニット (ROU)

- ③ C1ケーブル：ROUと中継端子台間  
(ROU側は丸型コネクタ、反対側はルーズ)
  - ④ C4ケーブル：ROU用電源ケーブル
  - ⑤ 出力コネクタ：ROU用
  - ⑥ ROUパネル取付金具4個(2個) / 1台
- この他にマスフローコントローラとして使用する場合には、別にコントロールバルブが付属します。

### 1.2 ネームプレートの確認

マスフローオーバルは1台ずつ仕様に合わせて組立調整されております。

ケース外側のネームプレートに使用ガスおよび流量などが記載されています。ご注文の仕様どおりであることをご確認ください。



### 1.3 運搬についての注意事項

運搬中の事故による損傷を防ぐためマスフローオーバルは、なるべく当社から出荷されたままの包装状態で設置場所まで運んでください。

### 1.4 保管についての注意事項

マスフローオーバルがお手もとへ届いた後、設置までの期間が長いと、思いがけぬことから故障が生じることが考えられます。あらかじめ長期間の保管が予想される場合は、以下の項目にご注意ください。

- (1) マスフローオーバルは、なるべく当社から出荷されたままの包装状態で、保管してください。
- (2) 保管場所は、下記の条件を満足する所を選定してください。
  - ☆ 雨や水のかからぬ場所。
  - ☆ 振動や衝撃の少ない場所。
  - ☆ 保管場所の温度・湿度が、できるだけ常温常湿(25℃、65%程度)である場所。

- (3) 一度使用したマスフローオーバルを保管する場合、流量計本体内に測定ガスが残っていることのないように、清浄なエアやN<sub>2</sub>ガスなどでパージしておいてください。また測定ガスの入口および出口には、ゴミなどが侵入しないよう密封しておくようお願い致します。

## 2. 概要

防爆形マスフローオーバルF-300シリーズは、汎用形気体用質量流量計F-100シリーズの水素防爆構造モデルです。このF-300シリーズに、汎用形気体用質量流量コントローラF-200シリーズのコントロールバルブ部を水素防爆構造としたF-400シリーズを組み合わせることで、防爆形質量流量コントローラを構成することが出来ます。

## 3. 標準仕様

表1

項目	内容
流量範囲	フルスケール最大：15NLM、100NLM、500NLM（コントローラは15NLM、および100NLM）
最高使用圧力	39.2MPa
使用温度範囲	0～+50℃（防爆構造上）
ヒータコイル温度	周囲温度 +40℃
平均温度係数	0.1% of FS（フルスケール）/℃
平均圧力係数	0.1% of FS/0.1MPa at N <sub>2</sub>
精度（含む直線性）	±1% of FS（実ガス校正状態に於いて）
リピータビリティ	±0.2% of FS
応答性	約1秒（時定数） コントローラとして使用するときの応答時間は3秒以内（設定値の±2%）
電源	±15VDC
センサ消費電流	+15VDC±10%：7.5mA -15VDC±10%：2.5mA
バルブ消費電流	+15VDC±10%：250mA（F-400シリーズ）
出力信号	0～5VDC（標準） 1～5VDC、0～20/4～20mA DC（オプション）
負荷抵抗	（最小）：2kΩ at 5V 出力 （最大）：375Ω at 20mA 出力
零点安定性	長期間誤差：Max. 1%/年 温度ドリフト：0.05%/℃
防爆構造	耐圧防爆構造：d3aG4
設置場所	標準：屋内。屋外も可（但し、直接雨や日光にさらされる場所は避けてください。）
取り付け姿勢	水平取り付け
電気配線接続	電線管接続：G3/4めねじA級（標準） 耐圧パッキン引込金具：ケーブル外径φ8～φ16（オプション）ケーブル外径を指定してください。 内部結線：端子台（ネジ接続方式）
防爆筐体部塗装色	マンセル 2.5PB 5/8
材料	本体：ステンレス（標準） 防爆筐体部：アルミ鋳物
シール材	バイトン（標準）、カルレッツ他
接続	くい込み継手（標準）、真空継手他
ヘリウムリーク性能	<2×10 <sup>-8</sup> NmL/s
制御必要差圧	供給圧力の20%以上（但し供給圧力6.28MPa以下の場合）
コントロールバルブ	適用Kv値範囲：3.2×10 <sup>-6</sup> ～7.7×10 <sup>-2</sup>
コントロール範囲	2～100%
設定信号	0～5VDC（標準）、1～5VDC、4～20mA DC

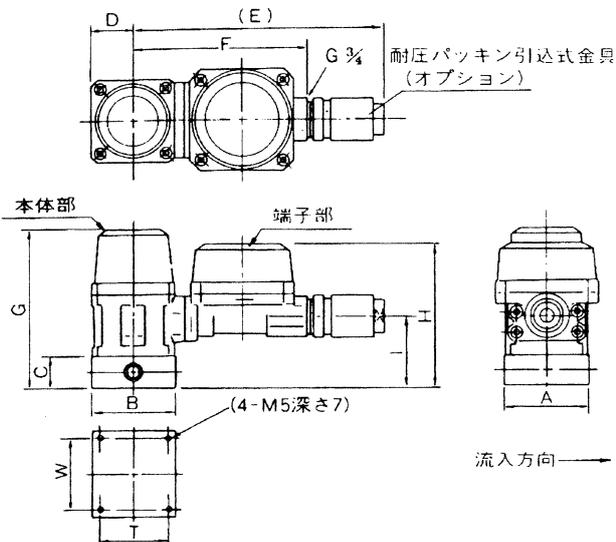
表2（形式、流量レンジ、接続仕様）

フルスケール流量レンジ NLM {L/min(normal)}	質量流量計 (F-300シリーズ)	コントロール弁 (F-400シリーズ)	コントローラ対応組合せ	接続継手 (くい込み継手)	
				標準	オプション
				最高使用圧力39.2MPa	
最小 0～0.005	F-330	F-430	F-330 + F-430	1/8"	1/8"
最大 0～15	F-331	F-431	F-331 + F-431	1/4"	6mm
最小 0～15	F-332	F-432	F-332 + F-432	1/2"	1/4" 6mm
最大 0～100					
最小 0～100	F-333	—	—	3/4"	1/2" 12mm
最大 0～500					

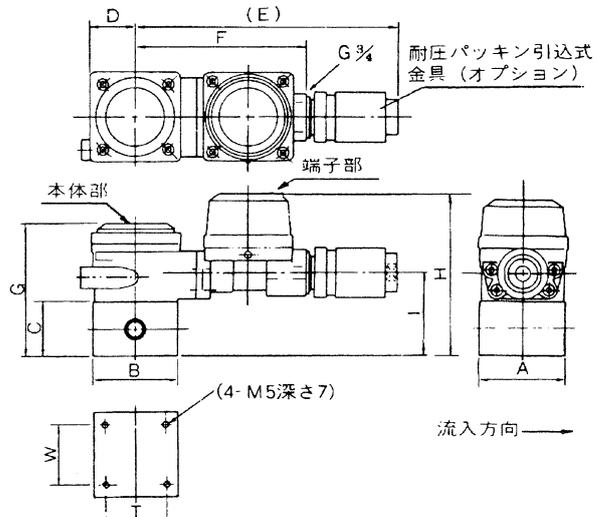
- ➡ (注記) 1. 流量レンジは、N<sub>2</sub>に於ける流量を表しています。  
N<sub>2</sub>以外のガスに使用する場合は、まず使用流量を使用ガスのコンバージョンファクタで割り、N<sub>2</sub>の流量に換算してから、〔表2〕を用いて流量レンジに対応する形式を選んでください。  
なお、お使いになっているガスを変更した場合も、変更前後のコンバージョンファクタを使って換算は出来ませんが、誤差が大きくなる恐れがあります。正確には、再校正が必要です。
- (注記) 2. コントロールバルブの流量制御範囲は流量係数（Kv値）によります。  
最大Kv=7.7×10<sup>-2</sup> (Cv≒9×10<sup>-2</sup>)

## 4. 外形寸法

### ＜質量流量計＞



### ＜コントロールバルブ＞



### ● 寸法表

単位mm

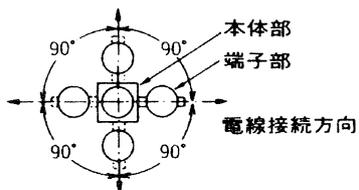
	MODEL	A	B	C	D	(E)	F	G	H	I	T	W	質量kg
質量流量計	F-330/F-331	82	82	30	41	245	168	153	138	68	60	60	4.5
	F-332	106	82	67	41	245	168	190	175	105	60	60	7.4
	F-333	128	100	100	50	245	168	223	208	138	90	70	12.1
コントロールバルブ	F-430/F-431	70	70	45	37	222	144	109	132	68	50	50	3.3
	F-432	70	70	45	37	222	144	109	132	68	50	50	3.3



(注記) E寸法は、外部導線・耐圧パッキン引込方法による寸法です。

A寸法は本寸法です。実最大寸法は、接続継手サイズにより異なります。

### ● 電線接続取り出し方向



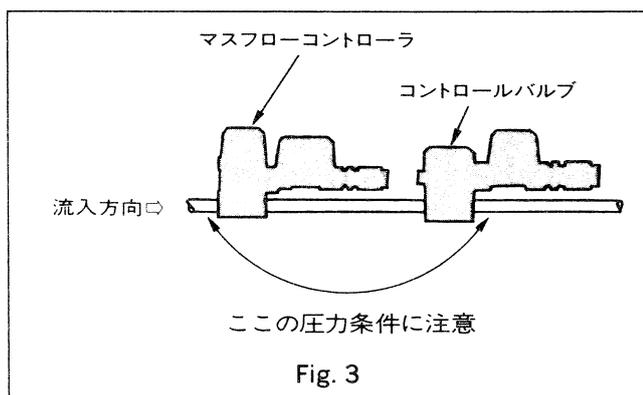
◎電線取り出し方向は、90°ごとに360°の方向に指定出来ます。  
現場変更は出来ません。必ずご発注時にご指定ください。

Fig. 2



## 6. システム構成上の注意

- (1) マスフローメータ／コントローラは、クリーンでドライなガスのみ使用できます。  
(ドライの条件は、大気圧で-20℃の露点としてください。)
- (2) ガス入口側継手には50 $\mu$ mのスクリーンが内蔵されており、ダストの進入を防止しておりますが、ダストやミストなどが出やすいラインで使用されている場合は、前段で除去するよう5 $\mu$ m程度のフィルタを設置する等システム上の考慮をお願い致します。  
また下流側からのバックフローでダストやミストの混入する恐れがある場合には、下流側にも、5 $\mu$ m程度のフィルタを設置してください。
- (3) またマスフローメータ／コントローラの上下流側の両方にストップバルブを設け、それにより流量の閉止、スタートを行うようにしてください。  
特にマスフローコントローラにおいて、コントロールバルブは「常時閉」ですが、これをストップバルブの代わりに使用することはお避けください。コントロールバルブは一般のコントロールバルブと同様に、閉止状態においても若干もれることがあります。
- (4) マスフローメータ／コントローラ前後の配管径は、なるべく本体部の接続口径と同じ大きさにしてください。特にマスフローコントローラにおいては、コントロールバルブを使用しているため、極端な径の違いは、性能を左右することがあります。
- (5) マスフローコントローラにおいてはコントロールバルブが使用されており、仕様により1台ずつ最適に調整されています。従って上流側および下流側圧力は、仕様からなるべく外れないようなシステム構成にしてください。  
例えば、仕様より差圧が極端に小さくなったりしますと、バルブのCv値の関係により流量を流しきれないことがあります。また、コントロール上、圧力の変動が小さいか、緩やかな変動のシステム構成にしてください。急激な圧力の変動は場合によりコントロールバルブのハンチングを起こす原因ともなります。



- (6) 大流量に於いて、小さいパイプ内径での配管は行なわないでください。これは、流入口でジェットフローを作り精度に影響を与えます。  
また大流量の場合は、マスフローメータ／コントローラ入口および出口近くでの極端な曲がり配管は避けてください。少なくとも曲がり配管からパイプ内径の10倍位離してください。
- (7) マスフローメータ／コントローラ直前に減圧弁を接続しないでください。しかし、パイプ配管を介してのマスフローメータ／コントローラを接続する場合は問題ありません。特に大流量マスフローコントローラの場合は注意してください。  
また、上下流側バッファとして、下記で算出される相当のバッファを設けてください。

$$V \geq \frac{0.15d^2}{\sqrt{\rho}}$$

V = 容量 [L]

d = コントロールバルブのオリフィス径 [mm]

$\rho$  = ガスの密度 [kg/Nm<sup>3</sup>]

[計算例]

500NL/minの空気でオリフィス径4mmの場合、安定な制御に必要とするバッファは、

$$V \geq 0.15 \times 4^2 / \sqrt{1.29} = 2.1 \text{ [L]}$$

また、これに必要な減圧弁の容量は、少なくとも制御流量の2倍である。

故に、2×500=1,000NL/minとなる。

- (8) システムパージ

マスフローメータ／コントローラを取り付ける前には、必ず配管のパージを実施してください。

シラン系のガスなど反応性の強いガスを計測する場合には、特にガスを流す前に不活性ガスで十分にパージを行うことが必要です。更に接続継手を取り外し、それが空気にふれるような場合にも、配管接続を取り外す前に十分にパージを行うことが必要です。

### ⚠ ◆ 注意 ◆

マスフローメータ／コントローラを使用する一般プロセスにおいては、その配管がクリーンであることが必要です。ねじ切りをした後の切削油や、ゴミなどを完全に除去してください。(トリエタンなどの溶剤で洗浄) また、シールテープのパイプ内部へのはみ出しなどが無いように、十分な配慮をしてください。

## 7. 取付要領

### 7.1 本体の取付け場所

- ① 防爆形マスフローメータ／コントローラは屋外用ですが、雨水がかかる場所や、直射日光の当たる場所への設置は避けるようにしてください。また、通風性が良く、温度変化の少ない場所への設置をおすすめします。
- ② 高温、高湿のある場所でのご使用は、極力避けてください。
- ③ 配管系のリーク確認およびラインパージは、必ず実施してください。
- ④ 電氣的ノイズ源が近くにある場合には、電源側にラインフィルタを入れてください。
- ⑤ 配管などから発生する不純物の流入を防ぐため、ガスフィルタ（5  $\mu$ m）をご使用ください。
- ⑥ マスフローオーバルの校正は、0℃、1気圧（標準状態：normal）で実施しています。
- ⑦ 当社では、専用の電源、設定器、表示器、専用ケーブルを用意しておりますのでご連絡ください。
- ⑧ ケーブル仕様は、30m以上はCVVS 1.25～2Sqをご使用ください。
- ⑨ 出力信号は、30m以上の場合は4～20mA DCとしてください。
- ⑩ 最大伝送距離は300mです。

### 7.2 本体の取付け

- ① 取付けは本体ブロックの底に2カ所の取付ねじ穴が設けられていますので、これを利用し取付けてください。（外形寸法図参照）

ねじサイズ：M5	ねじ深さ 7mm
----------	----------
- ② 取付けに際しては、その取付け方向（姿勢）は水平に設置してください。また、ガスの入口、出口の方向は間違えないよう注意してください。
- ③ 流量計アンプ収納部（鋳物部分）の下側に圧抜き穴がありますが、その部分に、雨水がかからないようにしてください。
- ④ メンテナンスを容易にするため、アンプ収納部蓋と端子箱蓋が取外し易いためのスペースを取って取付けてください。

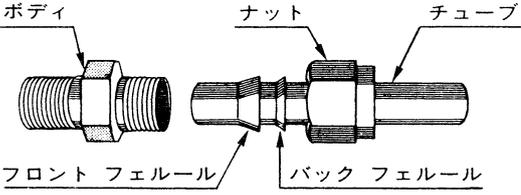
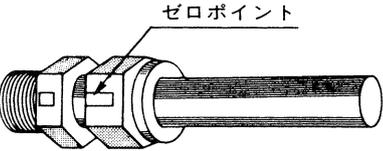
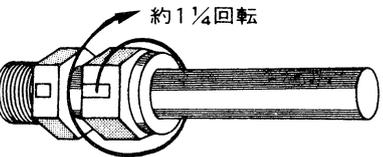
## 7.3 配管接続

配管接続は、くい込みタイプの継手になっていますのでリークのないよう締め付けてください。

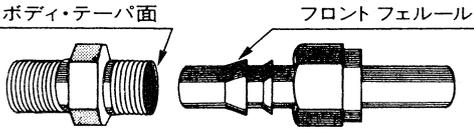
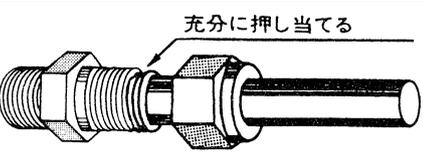
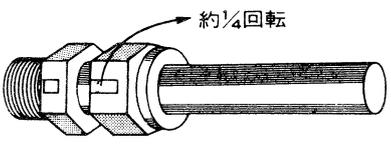
### (1) 締め付け要領は次の通りです。

- 1/8"以下のパイプの場合：指締めで締め付け後、更に $\frac{3}{4}$ 回転スパナで締めてください。
- 1/8"以上のパイプの場合：指締めで締め付け後、更に $1\frac{1}{4}$ 回転スパナで締めてください。

### (2) 締め付け要領 (Fig.4)

1		継手の部品が図の順序のように正しく装着されているか確認してください。
2		チューブ端をボディホルダ部に突き当たるまで十分に差し込み、次にナットが指で回らなくなるまで締め付けた後、ボディとナットに合いマークを付けてください。これをゼロポイントとします。
3		ゼロポイントの位置より、スパナにてナットを $\frac{1}{4}$ 回転締め付けてください。これで完了です。

### (3) 取外し後の再締め付け要領 (Fig.5)

1		取付け前に、ボディ・テーパ面およびフロントフェルール部に、異物が付着していないことを確認してください。
2		フロントフェルールがボディ・テーパ部に当たるまで差し込んだ後、ナットを指で十分に締め付けてください。
3		次にスパナにてナットを約 $\frac{1}{4}$ 回転締め付けてください。これで完了です。 <input type="checkbox"/> (注記) 締め付け後の状態は、元の位置か、もしくは若干進んだ位置となるようにしてください。

## 7.4 電気配線

### (1) リードアウトユニットと マスフローメータ間の配線

リードアウトユニット側のパネル内部に中継端子台を設けるようお願い致します。

リードアウトユニットと中継端子台間は、C1ケーブルで配線するようにしてください。  
C1ケーブルは、  
リードアウトユニット側⇨丸形コネクタ  
反対側⇨ルーズです。

中継端子台とマスフローメータ間は、CVVSまたはCEVSケーブルをご使用ください。

#### ◆ケーブル仕様◆

- ①コントロールバルブと組み合わせる場合。  
8心：仕上がり外径φ 8mm～φ 16mm
- ②単独使用の場合。  
5心以上：仕上がり外径φ 8mm～φ 16mm

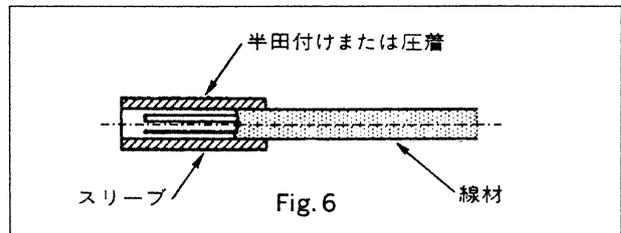
### (2) マスフローメータの 電線取り出し口への電気工事

- ① 電線取り出し口はG3/4めねじ（A級ねじ）になっております。
- ② 耐圧パッキン接続金具を使用される場合は、当社にて供給致します。
- ③ 電線管工事を行う場合はA級ねじで配管することをお勧め致します。

➡ (注記)防爆規格 d3aG4グレードでは、A級ねじの使用が義務づけられています。

### (3) マスフローメータの端子台への配線

端子台は、ねじ接続方式のものです。下図のように線の端末処理を実施してください。

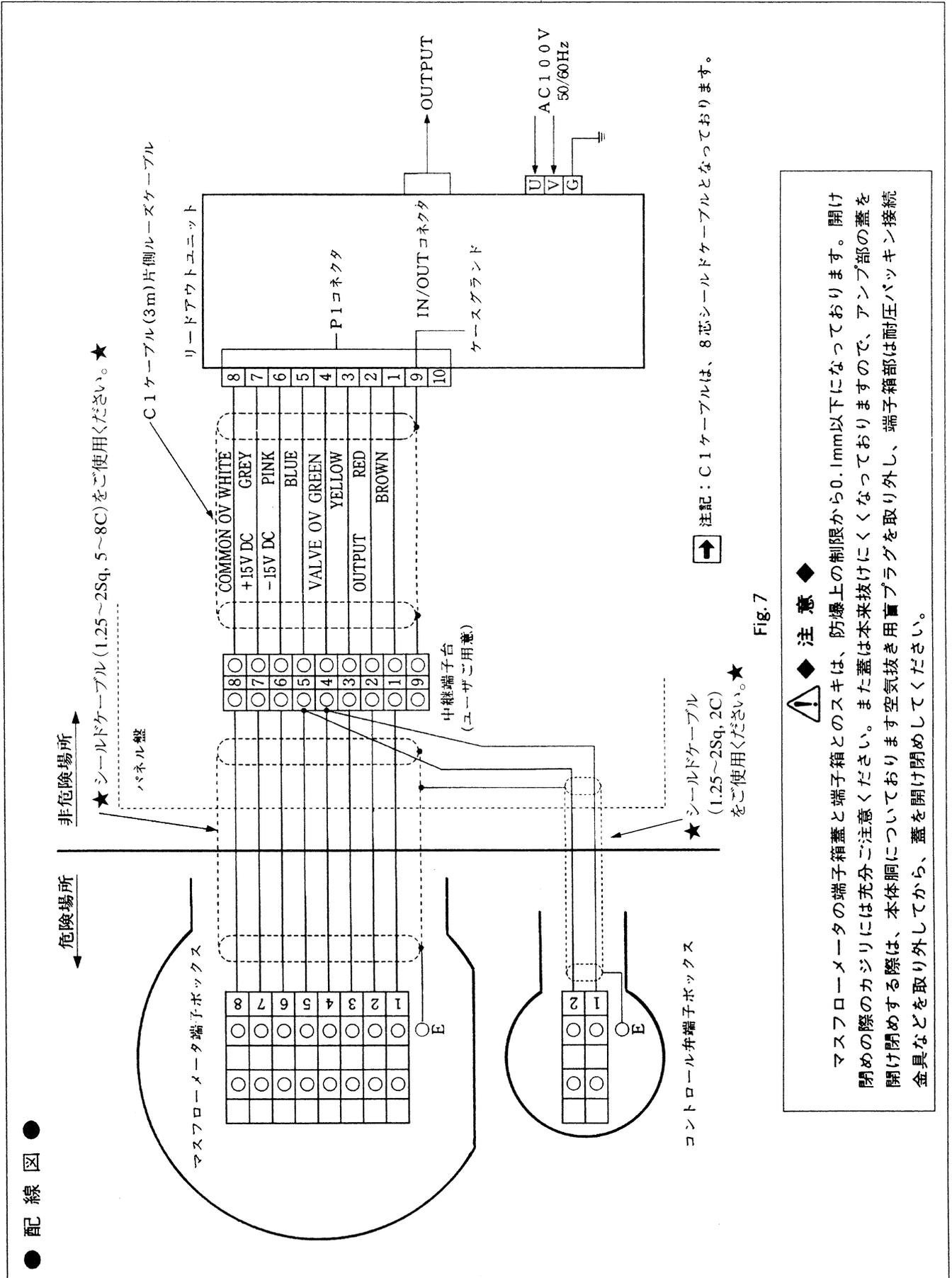


### (4) マスフローメータの端子台内容

端子台No.	内 容	信号の方向
1	5V DC 電圧出力	MFM⇨ROU
2	流量信号出力	MFM⇨ROU
3	流量設定信号	ROU⇨MFM
4	バルブ0V	
5	バルブ制御信号	MFM⇨ROU
6	電源 -15V DC	ROU⇨MFM
7	電源 +15V DC	ROU⇨MFM
8	コモン0V	

- 1. MFM：マスフローメータ  
ROU：リードアウトユニット
- 2. マスフローメータを単体（当社製コントロールバルブを使用しない場合）でご使用の場合は、表中の1番端子、3番端子および5番端子への配線は不要です。
- 3. 電源端子6番、7番、8番の配線については、端子箱、中継端子等での結線に間違いが無いよう、充分ご注意ください。  
この部分を誤配線しますと機器を損傷致します。

(5) 配線例



## 8. トラブル発生時の点検

◆トラブルが発生した場合は、下記の項目を点検した後にご連絡ください。◆

### 8.1 マスフローメータ／コントローラ周辺

- (1) 流入方向は合っていますか。
- (2) ラインのダスト、ミストは完全に除去されていますか。
- (3) マスフローメータ／コントローラの仕様と使用ラインの状況は合っていますか。
- (4) 近くに高周波ノイズ源はありませんか。

### 8.2 リードアウトユニット

付属のコネクタ類を外し電源を投入してください。マスフロー接続用コネクタの端子を点検します。(ショートさせないようにご注意ください。)

- (1) ⑦—⑧ピン間の電圧を測定してください。  
+15V DC (⑧ピンがマイナス側) が出力されていることを確認します。
- (2) ⑥—⑧ピン間の電圧を測定してください。  
-15V DC (⑧ピンがマイナス側) が出力されていることを確認します。
- (3) マスフローメータ／コントローラが電圧出力の場合  
 ②—⑧ピン間に0～5V DC以内で電圧を与えてください。(⑧ピンがマイナス側) 前面デジタル指示計に指示値がでますか。(積算カウンタ付の場合、カウンタが動作しますか)



#### ◆ 注意 ◆

前記(3)項において、マスフローメータ／コントローラの出力は電圧出力であるのに、リードアウトユニット内で電流出力に変換されている場合がありますので、マスフローメータ／コントローラの製品形式にご注意ください。

F—○○○S—A—○○  
                   ↑  
                   電圧出力 0～5V DC  
                   B：1～5V DC

F—○○○S—D—○○  
                   ↑  
                   電流出力 4～20mA DC  
                   C：0～20mA DC

電圧出力の場合は、前記(3)項にて点検してください。

### 8.3 ケーブル

断線がないか確認してください。

マスフローメータ接続側とリードアウトユニット接続側のコネクタは、同一ピン No. がつながっています。

### 8.4 マスフローメータ、コントローラ

- (1) 流量停止時  
 (上下流側をストップバルブで止める)  
 流量指示が0.2～0.3%指示計に出る場合がありますが、これは故障ではありません。
- (2) ガスが流れているとき  
 マスフローコントローラで、流量がハンチングして落ち着かない場合、あるいはフルスケール流量が流れない場合。
  - ① マスフローコントローラの上下流側圧力が仕様通りになっていることを確認してください。
  - ② 上記圧力が大きく変動していないことを確認してください。
- (3) 一定流量流しているにもかかわらず流量値がばらついている場合。
  - ① ノイズの影響によることが考えられます。  
 もし可能なら、ノイズ源となりそうな機器の電源をおとして確認してください。

上記以外のトラブル、また上記2項が仕様通りである場合、マスフローメータ／マスフローコントローラの故障が考えられます。

## 8.5 トラブルシューティング表

現 象	原 因	処 理
1. 出力信号が出ない。	a. ±15V電源が供給されていない。 b. 同上 c. 出力段の短絡による不良。 d. 供給圧力が高すぎる。 または、差圧が大きすぎる。 e. コントロールバルブの詰まり。  f. 入口接続継手内の スクリーンフィルタの詰まり。 g. キャピラリーセンサの不良。	1a. 電源のチェック。 1b. ケーブル接続のチェック。 1c. PCボード交換のため返却。 1d. 供給圧力を仕様範囲内にする。  1e. バルブに0～15V DC可変電源を接続し、供給 圧力を加え徐々に電圧を与える。 バルブが $7V \pm 3V$ で開となるが、もし開とな らなければバルブ内部の洗浄とバルブ調整。 (なお本調整は経験を要します。) 1f. スクリーンフィルタの トリエタンまたはフレオンによる洗浄。 1g. 返却。
2. 過大な出力信号。	a. 出力段の不良。 b. キャピラリーセンサの不良。	2a. 返却。 2b. 返却。
3. 設定信号よりも出力信号 が非常に低い。または、 設定流量にならない。	a. 汚れによるスクリーンフィルタの詰まり。 b. 汚れによるラミネーターフローデバイスの 詰まり。または、流量計内に水滴混入。 c. 汚れによるバルブのオリフィス部分の 詰まり。 d. バルブ内部の損傷。 (プランジャシートの膨潤) e. 仕様の異なるガス。 または、圧力が異なる。	3a. スクリーンフィルタの洗浄。 3b. ラミネーターフローデバイスを取り出し洗浄。 Airまたは $N_2$ パージによる乾燥化。 3c. バルブ内のオリフィス洗浄。  3d. プランジャアッセンブリを取り出し、プランジ ャの交換とバルブ調整。または返却。 3e. 設計仕様での使用。
4. 流量が徐々に減少する。	a. $C_3H_8$ 、 $C_4H_{10}$ 等のような炭化水素系や $NH_3$ 等での液化。 b. バルブ調整の変化。	4a. 供給圧力を下げるか、メータの加温。  4b. 1e項参照。
5. 発振	a. 供給圧力が高すぎる。 または、差圧が大きすぎる。 b. 減圧弁とMFC間の配管が短かすぎる。 c. 減圧弁の発振。 d. バルブスリーブまたは、内部の損傷。	5a. 圧力を下げる。  5b. 上流側配管の径または、長さを増加させる。 5c. 減圧弁の交換、5b項の実施。 5d. 損傷部分の交換とバルブ調整。 1e項参照または、返却。
6. 設定零に於ける 少流の流れ。	a. プランジャの損傷または、オリフィス 面の汚れによるバルブリーク。 b. 圧力が高すぎる。 または、非常に低すぎる。	6a. オリフィスの洗浄及びプランジャアッセンブ リ交換後の調整。1e項参照。 6b. 仕様通りの圧力供給。
7. 設定零に於ける 大流の流れ。	a. ダイヤフラムの損傷。(ダイヤフラムタ イプのコントロールバルブのみ)	7a. ダイヤフラムの交換。
8. 継手部Oリングより ガスが漏れる。	a. Oリングの劣化、または、 継手あるいは本体の損傷。	8a. Oリングまたは継手交換。本体の場合は返却。

## 9. 使用ガスの変更

### 9.1 校正ガス以外のガスを流す場合

すべてのマスフローメータ、マスフローコントローラはガスの種類・流量によって1台ずつ校正されています。従いまして本体上部銘板に記載されたガス以外のガスで使用される場合は、実際の流量と表示量に誤差が生じます。

実際の流量がどれくらいなのかを知るには、コンバージョンファクタを用いて換算してください。

一般的に出力信号と質量流量との関係は

$$V = K \cdot C_p \cdot Q_m = K \cdot C_p \cdot \rho \cdot Q_v$$

V：出力信号  
K：定数  
 $\rho$ ：ガスの密度  
 $C_p$ ：ガスの比熱  
 $Q_m$ ：質量流量  
 $Q_v$ ：容積流量

で表すことができます。

従って、計測するガスの比熱と密度が変わった場合、出力の補正を必要とします。

この補正するコンバージョンファクタCは

$$C = \frac{C_{p1} \cdot \rho_1 \cdot 1 / N_1}{C_{p2} \cdot \rho_2 \cdot 1 / N_2}$$

$C_p$ ：比熱 (1) 校正したガス  
 $\rho$ ：ノルマル状態に於ける密度 (2) 測定するガス  
N：ガスの分子構造による係数の関係にあります。

ガスの分子構造による係数

N = 1.03 単原子ガス (Ar, He)

N = 1.00 2原子ガス ( $N_2$ ,  $O_2$ , CO, Air)

N = 0.94 3原子ガス ( $CO_2$ ,  $SO_2$ )

N = 0.88 多原子ガス ( $NH_3$ ,  $CH_4$ )

この式から、コンバージョンファクタは、 $N_2$ ガスとの関係を求めて表を作成しております。

＜例＞

$N_2$ でのメータ校正済み 200NmL/min で  
 $CO_2$ を測定したとすれば、この時出力信号80%した時

$$\text{実 } CO_2 \text{ 流量} = 80.0 \times \frac{0.74}{1.000} = 59.2\%$$

故に  $\frac{59.2}{100} \times 200 = 118.4$  NmL/min となります。

混合ガスの場合は次式によりコンバージョンファクタを求める事ができます。

$$\frac{1}{C_{mix}} = \frac{V_1}{C_1} + \frac{V_2}{C_2} + \frac{V_3}{C_3} + \dots + \frac{V_n}{C_n}$$

$C_{mix}$  = 混合ガスに於けるコンバージョンファクタ

$C_n$  = ガスnにおけるコンバージョンファクタ

$V_n$  = 混合ガスに於けるガスnの占める容積比率



注意：マスフローコントローラ使用時においては、コンバージョンファクタが同じような値でも密度が大きく異なる場合には、バルブの  $C_v$  値の関係から流量を流し切れない状態が起こることがありますのでご注意ください。

なお、異種ガスを流されるときは、なるべく事前にご連絡くださいますようお願い致します。

### 9.2 コンバージョンファクタについて

マスフローコントローラは、ガスの種類と流量に対し校正、調整しています。

原則的に他種類のガスを流すことは出来ません。他種のガスを流す場合は、コンバージョン・ファクタにより補正が必要です。

(1) コンバージョン・ファクタは、 $N_2$ を1.0として、各種ガスのファクタを決定しています。

これは、便宜上の数値であって、たんなる換算のみでは十分な精度が得られない場合がありますので、目安としてご使用ください。

(2) 違ったガスを流した場合の流量は次の式で換算してください。

使用ガス流量 = 校正ガス流量 ×

$$\frac{\text{使用ガスのコンバージョン・ファクタ}}{\text{校正ガスのコンバージョン・ファクタ}}$$

## 10. 校正要領（湿式ガスメータによる校正方法）

### 10.1 マスフローオーバルの校正手順の説明（10.2のフローチャートをご参照ください。）

- ① 配管・配線を行ない、リークテストを行ないリークがないようにしてください。（Fig.9参照）
  - ➡注記 測定器は精度のよいものをご使用ください。測定器精度がそのまま誤差の要因となります。
- ② アンプ部アルミ筐体の蓋をはずし、プリント板部分にある調整トリマ（L, M, H）を調節出来るようにご準備ください。
- ③ 電源を供給し、20分以上ウォームアップしてください。
- ④ 圧力計 P1が使用圧となるよう徐々にガスを導いてください。
  - ➡注記(1) 本 MFC は、質量流量コントローラですが、厳密には、圧力により流体の比熱が変化する為圧力影響をうけます。従って、入口圧力は出来るだけ設計圧力に設定してください。
  - (2) 本 MFC は、コントロールバルブがついている為、設計圧力からはずれますと、コントロールがうまくゆかなかったり、最大流量流れない場合もあります。
  - (3) 減圧弁も流量が十分とれるものをご使用ください。さもないとコントロールがうまくゆかない場合があります。
- ⑤ 湿式ガスメータを水平にセットしてください。
- ⑥ 湿式ガスメータへ流体を流し、ならし運転（指針5回転以上）を行なってください。
- ⑦ 湿式ガスメータの指針を“0”位置に合せ、液面調整を行なってください。その他、湿式ガスメータの取説を参考にしてください。
- ⑧ MFCへ設定信号2.5V DC（電流の場合10mA）を（ROUのポテンショメータ又は外部（CPU、電流電圧発生器）より）与え流量を流してください。0～5V（0～20mA）出力のMFCだと流量50%、1～5V（4～20mA）出力のMFCだと流量37.5%となります。但し、設定信号及び出力信号は、同種類であり、間にV/V, V/I, I/V等の変換器がない場合です。（Fig.13参照）
- ⑨ 流量が安定したならば、湿式ガスメータの指針を見て、一定体積流れる時間をストップウォッチ等で測定してください。
  - ➡注記(1) 測定時間は、測定誤差が無視出来る程度に長くとってください。
  - (2) 湿式ガスメータの計量体積は、指針1回転の整数倍でとってください。例えば、1回転2 $\frac{1}{2}$ の湿式ガスメータならば、1.5 $\frac{1}{2}$ で測定した時と2 $\frac{1}{2}$ で測定した時では、誤差が大きくバラツキます。従って計量体積は、2, 4, 6, 8, …2n（ $\frac{1}{2}$ ）としてください。
- ⑩ 測定途中で、湿式ガスメータの温度、絶対圧力の平均値を測定してください。
- ⑪ 湿式ガスメータの流量を求め、MFCの流量出力との誤差を求めます。
 
$$Q = \frac{V \times 60}{t} \quad (\text{L/min})$$

$$Q_n = \frac{273.15 \times P_a \times Q}{101.325 \times (T_a + 273.15)} \quad (\text{NL/min})$$

$$E = \frac{Q_s - Q_n}{Q_F} \times 100 + E_o \quad (\% \text{ of FS})$$

Q : 湿式のアクチュアル流量 (L/min)  
 V : 計量体積 (L)  
 t : 計量時間 (秒)  
 Q<sub>n</sub> : 湿式のノルマル流量 (NL/min)  
 P<sub>a</sub> : 湿式の絶対圧力 (kPa [abs])  
 T<sub>a</sub> : 湿式の温度 (°C)  
 E : MFCの誤差 (% of FS)  
 Q<sub>s</sub> : MFCの流量 (NL/min)  
 Q<sub>F</sub> : MFCのフルスケール流量 (NL/min)  
 E<sub>o</sub> : 湿式の器差 (%)
- ⑫ 誤差が±1% of FSに入っていたならば⑬項へ移る。
  - 誤差が+1%以上ならば、調整トリマー“M”を左（流量増加）に回し、
  - 誤差が-1%以下ならば、調整トリマー“M”を右（流量減少）に回し⑨項へ戻ります。
  - ➡注記(1) 調整トリマー“M”を右へ回せば、誤差は（+）方向に、左へ回せば（-）方向に動きます。
  - (2) 調整時、ドライバー等で他の所へ接触しないよう十分注意して下さい。

⑬ 流量を0%になるよう設定を行ないます。

➡注記(1) 流量0となっても、表示及び出力は完全に0にならない場合がありますが故障ではありません。

(2) 流量0にした時、湿式ガスメータを見て流体が流れていないことを確認してください。0.1%程度のバルブのモレは、許容しております。

⑭ ほぼ合っていたならば、微調整（下記参照）を行ない⑮項へ移る。

調整トリマー“L”を右へ回すと出力が下がり、左へ回すと上がります。負電圧ならば+0.01V程度になるよう“L”にて調整します。負電圧でなければ、“L”を右に回して、それ以上下がらない所で止めます。“L”を右に回しても電圧が変化しないようでしたら左に回して電圧が上がり始める所まで回して止めます。大幅調整ならば⑧項へ移ります。

➡注記(1) 誤差が大きい場合は、⑧～⑮項を数回くり返して行ないますが、2～3%程度の誤差ならば、1回程度で終了します。

(2) トリマー“L”の調整は、1～2%程度動かしても50%（37.5%）の流量ポイントはほとんど動きません。

⑮ MFCへ設定信号を与え流量の25%を流します。

⑯ ⑨～⑪項を行ない誤差を求めます。

⑰ 誤差が±1% of FSに入っていたならば⑱項へ移る。誤差が-1%以下ならば、流量50%（37.5%）の誤差を（+）側に持ち上げることで、誤差が+1.1%以上ならば、流量50%（37.5%）の誤差を（-）側に下げることで、25%の流量ポイントの誤差を±1% of FSに入れるようにします。従って、その操作を行なう為に⑧項へ戻ります。

⑱ MFCへ設定信号を与え流量を100%流します。

⑲ ⑨～⑪項を行ない誤差を求めます。

⑳ 誤差が±1% of FSに入っていたならば㉑項へ移ります。誤差が+1%以上ならば、調整トリマー“H”を左（流量増加）に回し、誤差が-1%以下ならば、調整トリマー“H”を右（流量減少）に回し⑲項へ戻ります。

➡注記(1) 調整トリマー“H”も“M”同様右へ回せば、誤差は+方向に、左に回せば-方向に動きます。

㉑ MFCへ設定信号を与え流量を75%流します。

㉒ ⑨～⑪項を行ない誤差を求めます。

㉓ 誤差が±1% of FSに入っていたならば㉔項へ移ります。誤差が（-）1%以下ならば、流量100%の誤差を（+）側に持ち上げることで、誤差が+1%以上ならば、流量100%の誤差を-側に下げることで、75%の流量ポイントの誤差を±1% of FSに入れるようにします。従って、その操作を行なうために⑱項へ戻ります。

㉔ 調整トリマー“H”を動かしても、50%（37.5%）以下の特性は影響を受けない回路となっておりますが、最後に50%、25%、0%の検査を行い、全てのポイントが±1% of FSに入っていれば、校正完了です。そうでなければ、⑧項からやり直してください。

➡注記(1) 出力1～5V（4～20mA）の場合“M”ポイントが流量37.5%のポイントの為、50%のポイントの検査が最後となってしまいますが、もし50%のポイントの誤差が±1% of FSに入っていなかった場合は、トリマー“H”の操作により75%のポイントも含めて±1% of FSに入れるよう調整してください。

以上マスフローコントローラ（MFC）を中心に説明しましたが、マスフローメータも同様な方法で校正できます。

10.2 マスフローオーバー校正フローチャート (湿式ガスメータによる校正方法)

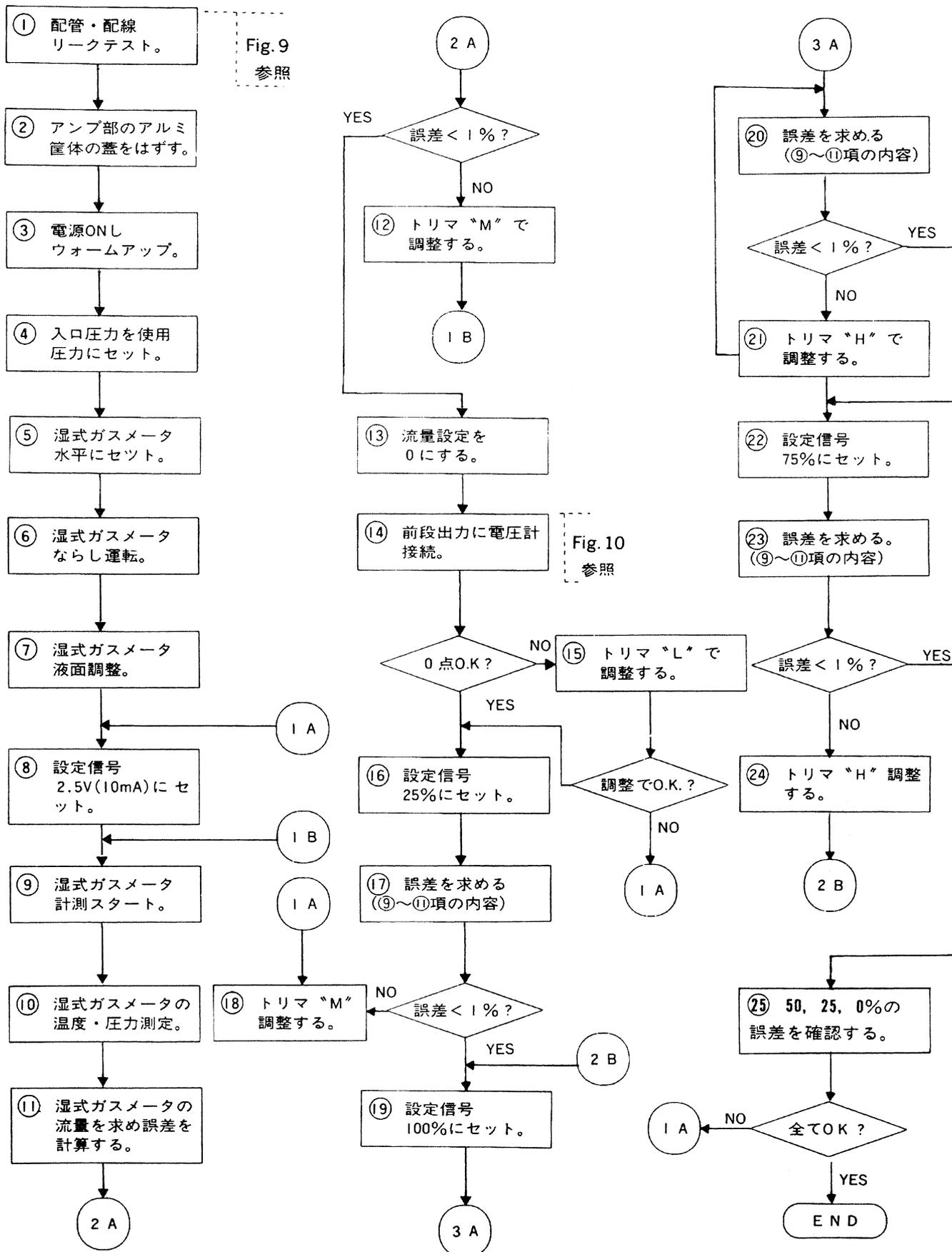


Fig. 9  
参照

Fig. 10  
参照

Fig. 8

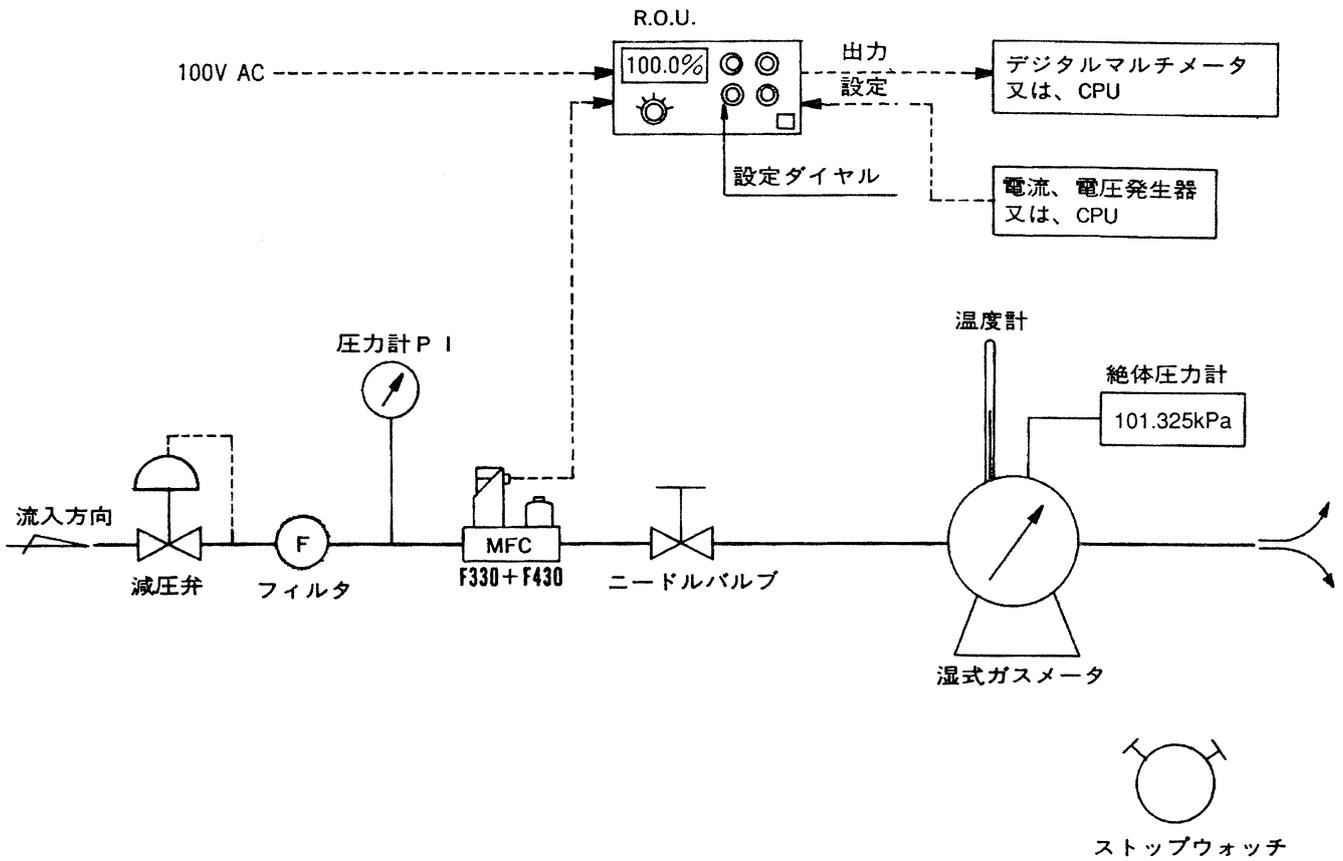
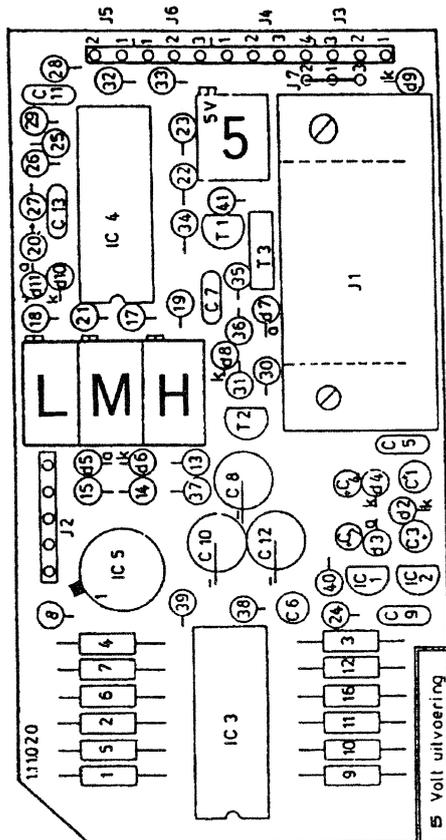


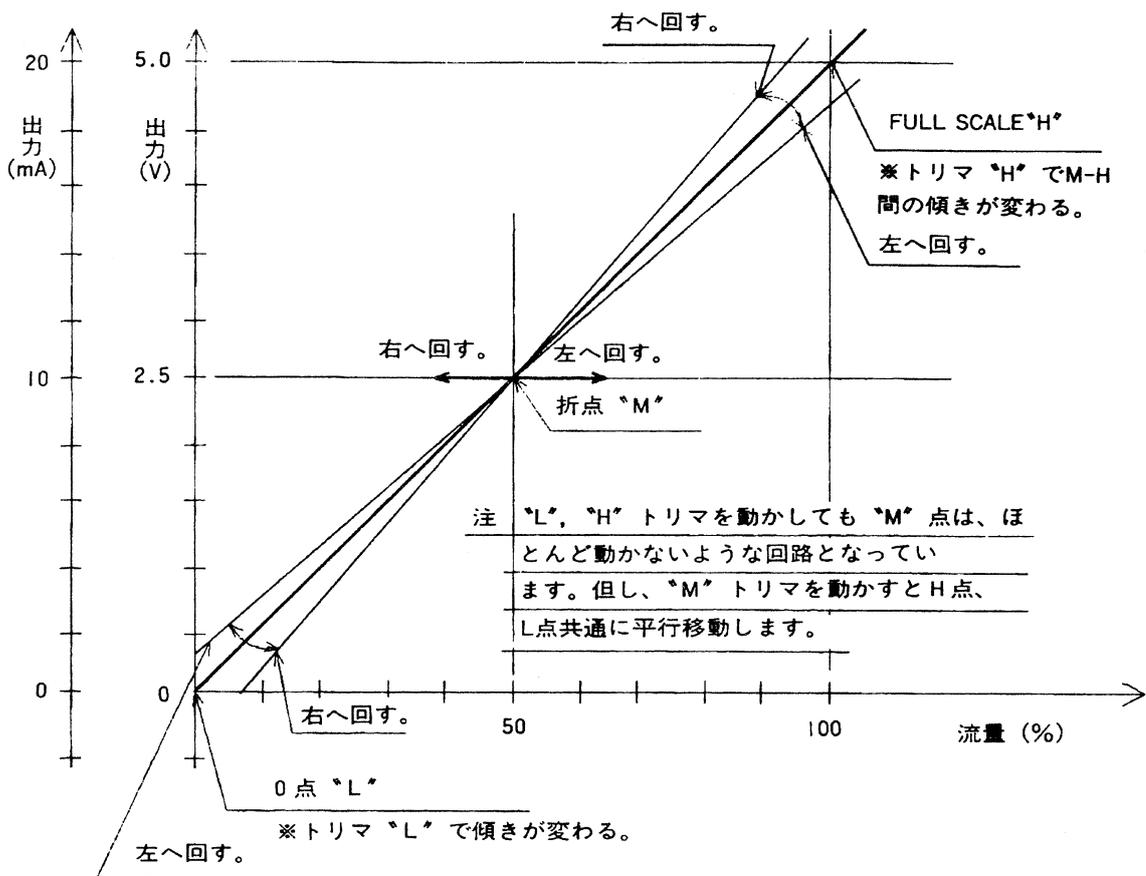
Fig.9 配管・配線図



J5 : 前段出力  
J3 : Common

Fig.10 PCボード図

① 出力：0 ~ 5 V, 0 ~ 20mAの場合



② 出力：1 ~ 5 V, 4 ~ 20mAの場合

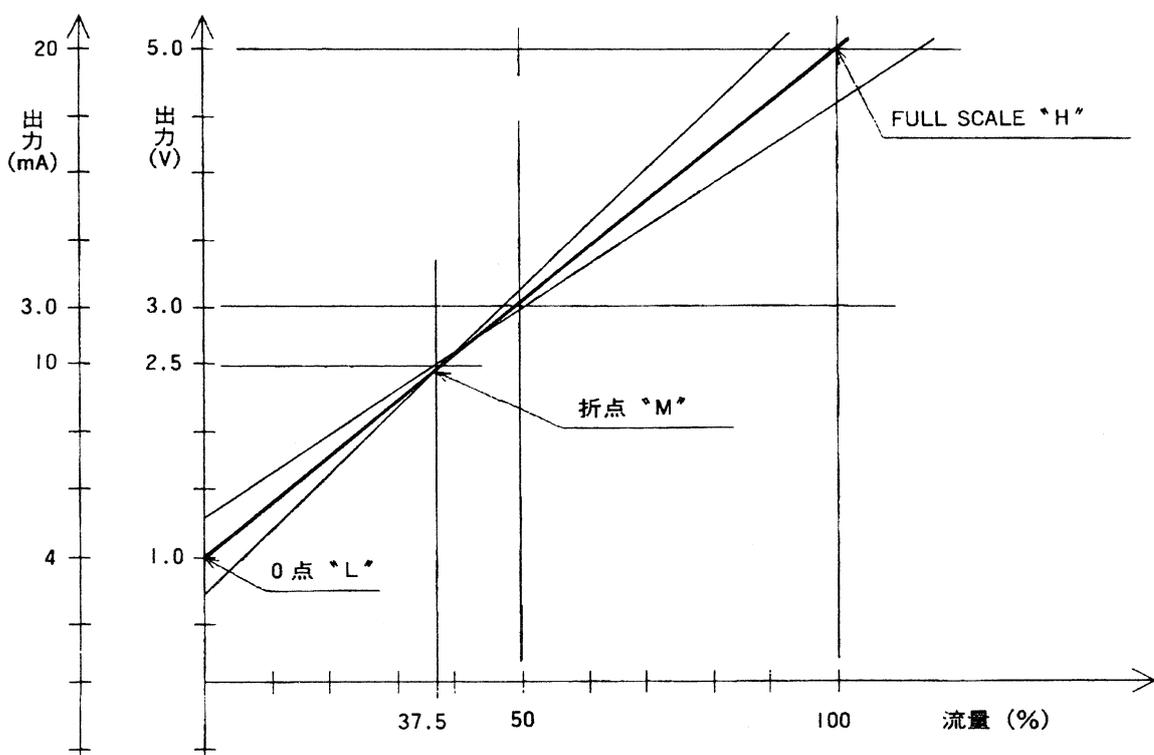


Fig.11 折点と出力の関係

1994.07
2000.05 ①
C0500 (SSC)



OVAL

株式会社 オーバル

●本 社

TEL. (03) 3360-5141, 5151  
FAX. (03) 3365-8601

●横浜事業所

TEL. (045) 785-7260  
FAX. (045) 781-9920