

層流型気体流量計

〔ラミナーフローメーター〕

取り扱い説明書



(株)山田製作所

エンジニアリング事業部

目次

1. 各部の名称	4
2. 配管方法	5
3. 測定方法	6
3 - 1 差圧の求め方	6
3 - 2 流量値の求め方	7
4. 流量を直接デジタル表示する場合	10
5. 流量範囲	11
6. 取り扱いの注意	12
7. 校正証明書及びトレーサビリティ体系図	12
8. 寸法図	13

層流型気体流量計(ラミナーフローメーター)

層流型流量計は円筒内や、2 平面間などを、流体が層流で流れる時、一定の距離を流れる間の圧力降下が体積流量に比例する(Hagen-Poiseuille の法則)ということを利用した高精度の差圧式流量計で、吸入用と配管用の 2 種類があります。

(特長)

差圧と流量との関係が直線的である。

圧力損失が少ない。

全圧力損失 2.0 ~ 2.6kPa(最大)

取出し差圧 50 ~ 700Pa

直線性が優れている。(±0.5%O.R 以内)

再現性が優れている。(±0.35%O.R 以内)

測定レンジが広い。(14 倍以上)

(用途)

内燃機関の吸入空気量の測定。

ブLOWER、ポンプ等の流量測定。

エアークリーナー、キャブレター、マフラー等の流量測定。

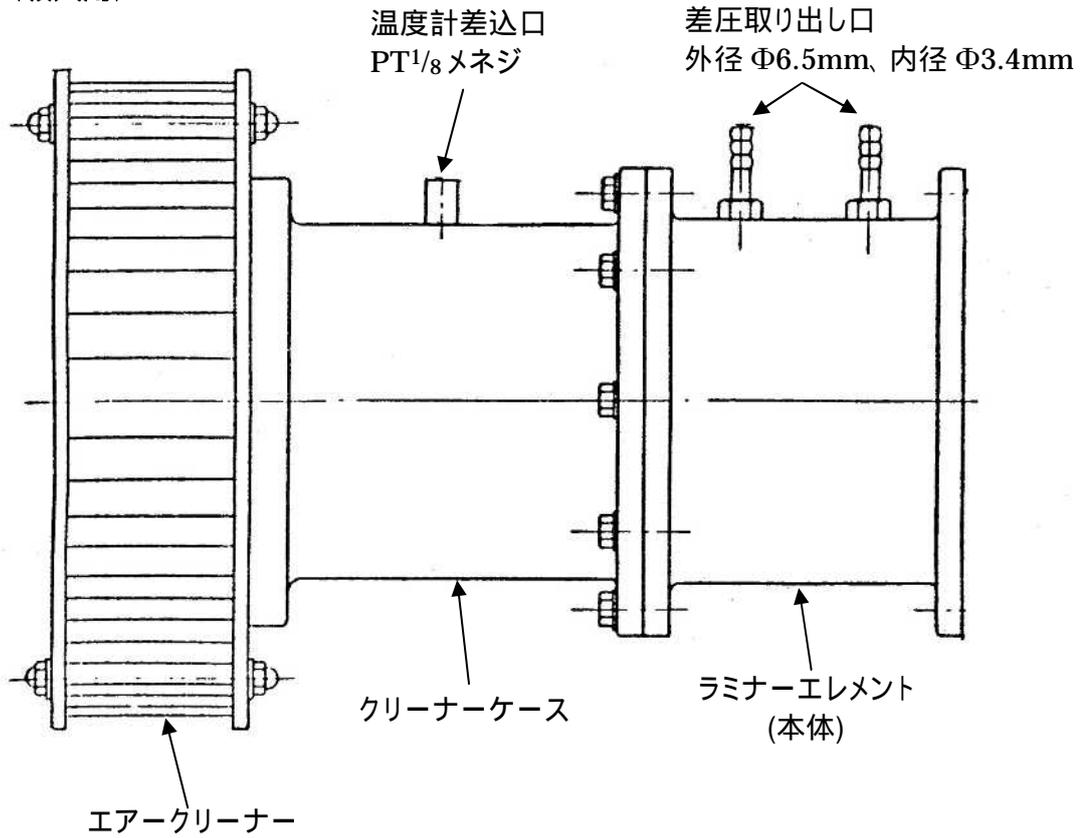
その他各種空気関係部品及び機械の流量測定。

配管中の流量測定。

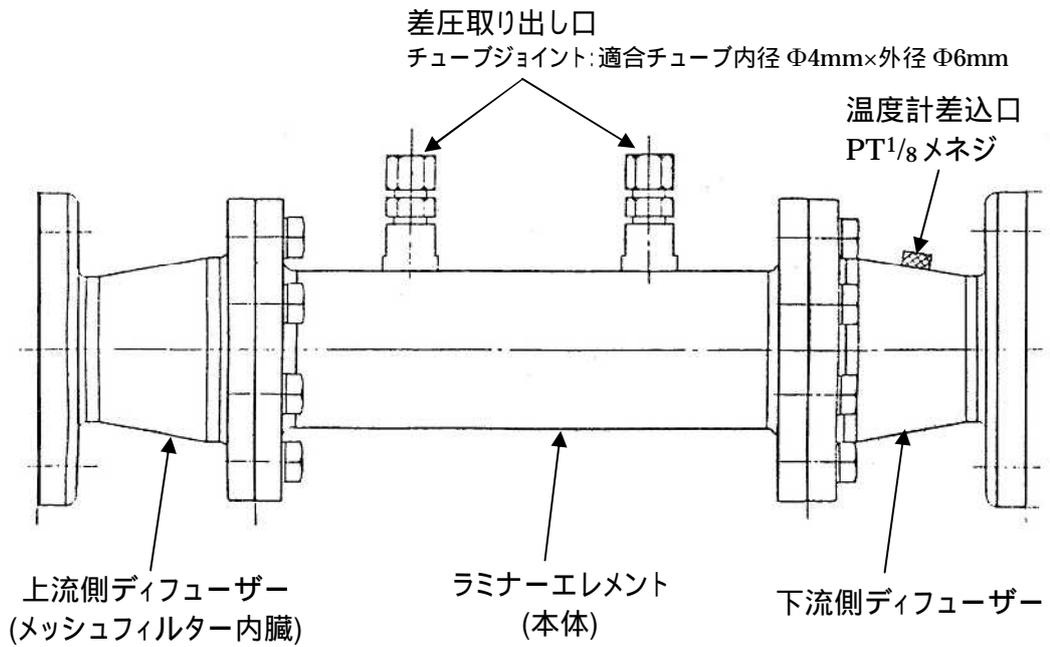
等幅広い応用範囲があります。

1. 各部の名称

(吸入用)



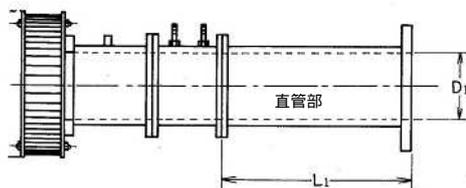
(配管用)



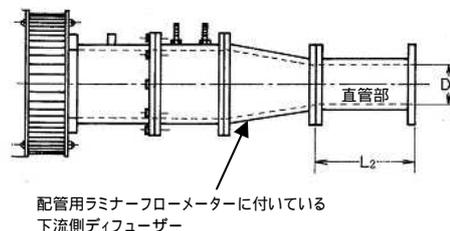
2. 配管方法

ラミナーフローメーターはオリフィス等とは異なり、その前後に余り長い直管部を必要としませんが、その精度を確保するために下図のような直管部を設けて下さい。

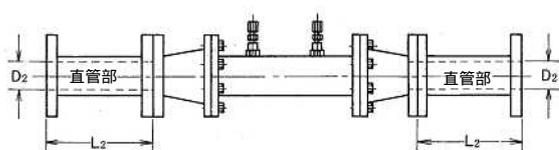
吸入用



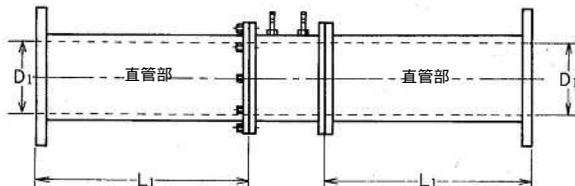
吸入用



配管用



LFM-13 及び 14 型を配管用として使用する場合



L_1, L_2 の最小寸法は下表の様になります。(単位: mm)

型 式	L_1	L_2	D_1	D_2
LFM-1 ~ 4	80	-	14 ($1/2B$)	-
LFM-5, 6	140	50	26 (1B)	15 ($1/2B$)
LFM-7, 8	270	110	54 (2B)	32 ($1/4B$)
LFM-9, 10	530	210	104 (4B)	65 ($2/2B$)
LFM-11, 12	1030	320	205 (8B)	105.3 (4B)
LFM-13	1530	-	310 (12B)	-
LFM-14	2200	-	430 (18B)	-

LFM-1 ~ 4 型の配管用では直管部は不要です。 L_1, L_2 は上記以上の長さにして下さい。 D_1, D_2 は SGP を基準としています。

(注意) すべての配管が終わりましたら、リークの有無を確認して下さい。もしリークがある様であればそれを矯正し、リークが流量計本体に起因する様であれば発売元又は製造元までご連絡下さい。

3. 測定方法

流量値は下式より求める事ができます。

$$Q_t = K_t \times \Delta P$$

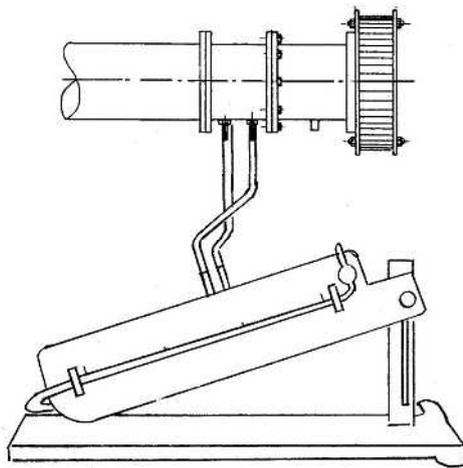
Q_t : 体積流量 (測定する気体がラミネーターを通過する際の温度と圧力の条件下のもの)

K_t : 流量係数 (添付検査成績書の流量係数 - 温度特性グラフより読み取る)

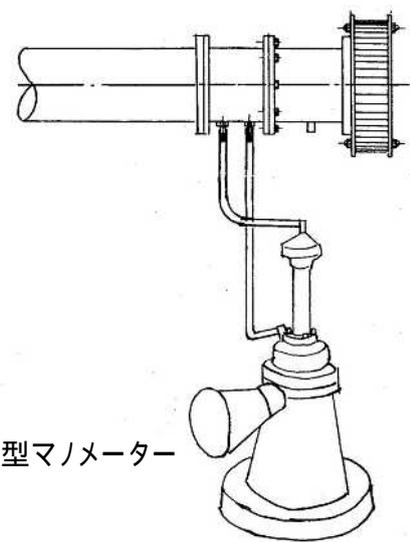
ΔP : ラミネーターの取出し差圧

基準流量 (20、1 気圧) への変換は後術の式より得る事ができます。

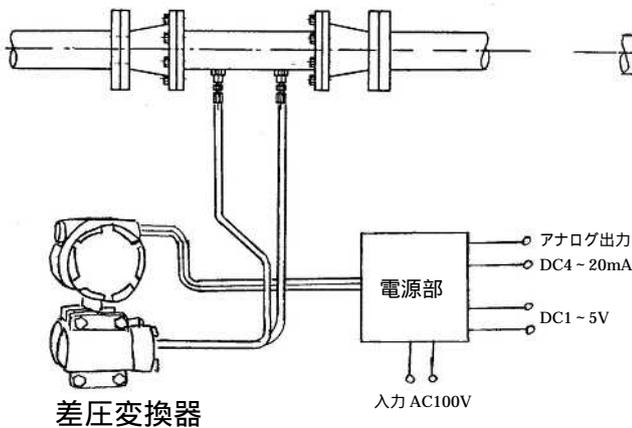
3 - 1 差圧の求め方



傾斜型マンノメーター
又はU字管マンノメーター

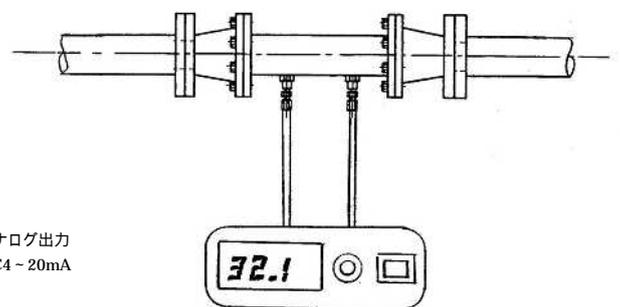


ベッツ型マンノメーター



差圧変換器

入力 AC100V



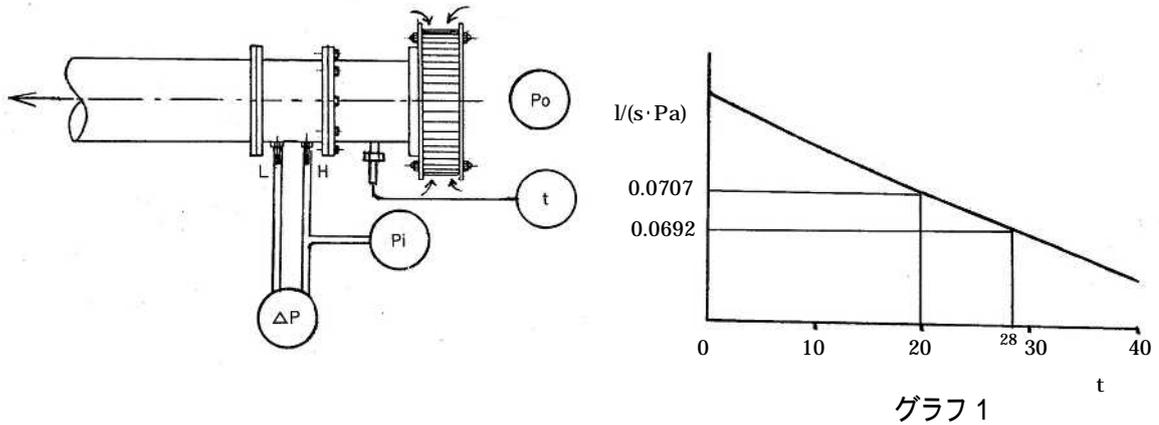
デジタルマンノメーター

3 - 2 流量値の求め方

(A) 下図において下記の様な条件の場合(一例)

記号	名称	値(例)
P_0	大気圧(絶対圧)	102098 Pa
ΔP	取り出し差圧	379.5 Pa
P_i	ラミナー入口圧(絶対圧)	101232 Pa
t	ラミナー入口温度	28.0
K_{20}	流量係数(20)	0.0707 l/(s·Pa)

使用ラミナーフローメーター: LFM-9 型(吸入用)



a)28 時の流量係数の求め方

グラフにより求める。

別紙「検査成績書」のグラフから読み取る。(グラフ 1 参照)

計算により求める。

NIST を用い $t=28$ 、 $P_0=102098$ Pa の時の粘性係数を求める。

$$\begin{aligned} \mu_{28} \times 10^6 &= \frac{12.185 + 0.03205 \times (T - 293.16) + 0.01705 \times \left(\frac{P_0}{101325} - 1.0 \right)}{0.671971} \\ &= \frac{12.185 + 0.03205 \times (28.0 + 273.15 - 293.16) + 0.01705 \times \left(\frac{102098}{101325} - 1.0 \right)}{0.671971} \\ &= 18.515 \end{aligned}$$

μ_{28} : 28 時の粘性係数

T : 絶対温度() ($t + 273.15$)

又、同様に NIST を用い $t=20$ 、 $P_0=102098$ Pa の時の粘性係数を求める。

$$\mu_{20} \times 10^6 = 18.133$$

流量係数温度変化式を用い K_{28} 時の流量係数を求める。

依って

$$\begin{aligned} K_{28} &= \frac{K_{20} \times \mu_{20}}{\mu_{28}} = \frac{0.0707 \times 18.133}{18.515} \\ &= 0.06924 \text{ } \ell / (s \cdot Pa) \end{aligned}$$

b) 上記条件の体積流量(実流量)の求め方

$$\begin{aligned} Q_{28} &= K_{28} \times \Delta P = 0.06924 \times 379.5 \\ &= 26.277 \text{ } \ell / s \end{aligned}$$

c) 基準流量(ノルマル流量)への換算(20 ℃、1気圧の空気流量に換算する)

$$\begin{aligned} Q_{STD} &= Q_{28} \times \frac{293.15}{273.15 + t} \times \frac{P_i}{101325} \\ &= 26.277 \times \frac{293.15}{273.15 + 28} \times \frac{101232}{101325} \\ &= 26.277 \times 0.97344 \times 0.99908 \\ &= 25.556 \text{ } N\ell / s \end{aligned}$$

d) 測定条件下における体積流量を他の圧力(例 102098 Pa)へ換算する場合は
(温度は変わらずとして)

$$\begin{aligned} Q &= Q_{28} \times \frac{P_i}{P_0} \\ &= 26.277 \times \frac{101232}{102098} \\ &= 26.054 \text{ } \ell / s \end{aligned}$$

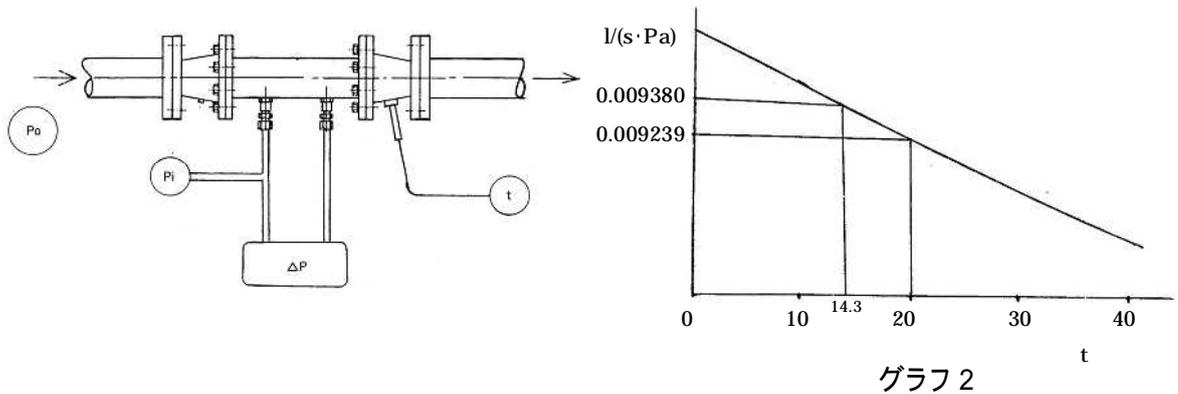
e) 重量流量への換算

101325 Pa、20 ℃における空気の密度は $1.205 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ であるから
 $25.556 \times 1.205 = 30.795 \text{ } \text{g} / s$

(B) 下図において下記の様な条件の場合(一例)

記号	名称	値(例)
P_0	大気圧(絶対圧)	97818 Pa
ΔP	取り出し差圧	630.6 Pa
P_i	ラミナー入口圧(ゲージ圧)	0.25 MPa
t	ラミナー入口温度	14.3
K_{20}	流量係数(20)	0.009239 l/(s·Pa)

使用ラミナーフローメーター: LFM-6 型(配管用)



グラフ 2

a) 14.3 時の流量係数の求め方

グラフにより求める。

別紙「検査成績書」のグラフから読み取る。(グラフ 2 参照)

計算により求める。

NIST を用い $t=14.3$ 、 $P_0=97818$ Pa の時の粘性係数を求める。

$$\begin{aligned} \mu_{14.3} \times 10^6 &= \frac{12.185 + 0.03205 \times (T - 293.16) + 0.01705 \times \left(\frac{P_0}{101325} - 1.0 \right)}{0.671971} \\ &= \frac{12.185 + 0.03205 \times (14.3 + 273.15 - 293.16) + 0.01705 \times \left(\frac{97818}{101325} - 1.0 \right)}{0.671971} \\ &= 17.860 \end{aligned}$$

$\mu_{14.3}$: 14.3 時の粘性係数

T : 絶対温度() ($t + 273.15$)

又、同様に NIST を用い $t=20$ 、 $P_0=97818$ Pa の時の粘性係数を求める。

$$\mu_{20} \times 10^6 = 18.132$$

流量係数温度変化式を用い K_{28} 時の流量係数を求める。

依って

$$\begin{aligned} K_{14.3} &= \frac{K_{20} \times \mu_{20}}{\mu_{14.3}} = \frac{0.009239 \times 18.132}{17.860} \\ &= 0.009380 \text{ } \ell / (s \cdot Pa) \end{aligned}$$

b) 上記条件の体積流量(実流量)の求め方

$$\begin{aligned} Q_{28} &= K_{14.3} \times \Delta P = 0.009380 \times 630.6 \\ &= 5.915 \text{ } \ell / s \end{aligned}$$

c) 基準流量(ノルマル流量)への換算(20 ℃、1気圧の空気流量に換算する)

$$\begin{aligned} Q_{STD} &= Q_{14.3} \times \frac{293.15}{273.15 + t} \times \frac{P_0 + P_i}{101325} \\ &= 5.915 \times \frac{293.15}{273.15 + 14.3} \times \frac{97818 + 0.25 \times 10^6}{101325} \\ &= 5.915 \times 1.01983 \times 3.4327 \\ &= 20.707 \text{ } N\ell / s \end{aligned}$$

d) 重量流量への換算

101325 Pa、20 ℃における空気の密度は $1.205 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ であるから

$$20.707 \times 1.205 = 24.952 \text{ } g / s$$

4. 流量を直接デジタル表示する場合

ラミナーフローメーターの差圧を取り込み内部にて演算し、流量を直読することができます。

デジタル表示計 LF-2000
 基準流量表示(ノルマル流量表示)
 瞬時流量表示、平均流量表示切り換え
 圧力表示
 温度表示
 (差圧変換器、絶対圧力変換器、温度センサー内臓)

測定方法は表示計の取り扱い説明書をご覧ください。

5. 流量範囲

仕 様 型 式	流量範囲		全圧力損失 (最大流量時) kPa
	ℓ/s	ℓ/min	
LFM- 1	0.013 ~ 0.2	0.8 ~ 12	2.5
LFM- 2	0.026 ~ 0.4	1.6 ~ 24	2.5
LFM- 3	0.052 ~ 0.8	3.2 ~ 48	2.5
LFM- 4	0.104 ~ 1.6	6.3 ~ 96	2.5
LFM- 5	0.21 ~ 3.2	12.5 ~ 192	2.1
LFM- 6	0.42 ~ 6.4	25 ~ 384	2.1
LFM- 7	0.83 ~ 12.8	50 ~ 768	1.8
LFM- 8	1.66 ~ 25.6	100 ~ 1540	1.8
LFM- 9	3.34 ~ 51.2	200 ~ 3070	2.0
LFM-10	6.7 ~ 102	402 ~ 6140	2.0
LFM-11	13.4 ~ 205	804 ~ 12300	2.6
LFM-12	27.0 ~ 410	1620 ~ 24600	2.6

上記流量範囲はあくまでも参考値です。

必ずしも、流量範囲を保証するものではありません。

6. 取り扱いの注意

すべての配管が済んだら必ずリークの有無を確認して下さい。

粉塵の多い所での使用は層流格子(ラミナーエレメント)の目詰まりの原因となり精度を劣化させますので避けて下さい。

振動のある場所も層流格子の状態を変化させる恐れがありますので避けて下さい。

通常の使用状態(毎日使用する場合)では、年に 1、2 回の検査(再校正)を受けて下さい。

層流格子が目詰まりした場合、測定値が急変した場合は直ちに検査を受けて下さい。

使用しない時は、ほこり、ゴミ等の掛からない様な場所に保管して下さい。

ラミナーフローメーターの御相談に関しましては(株)友栄及び当社までご連絡下さい。

御連絡先

〒101-0064
東京都千代田区猿樂町 2-6-7

(株)友栄

TEL:03-3294-1992
FAX:03-3294-1996

〒376-8585
群馬県桐生市広沢町 1-2757

(株)山田製作所 エンジニアリング事業部

TEL:0277-54-2382 (内線 1532)
FAX:0277-54-2467

7. 校正証明書及びトレーサビリティ体系図

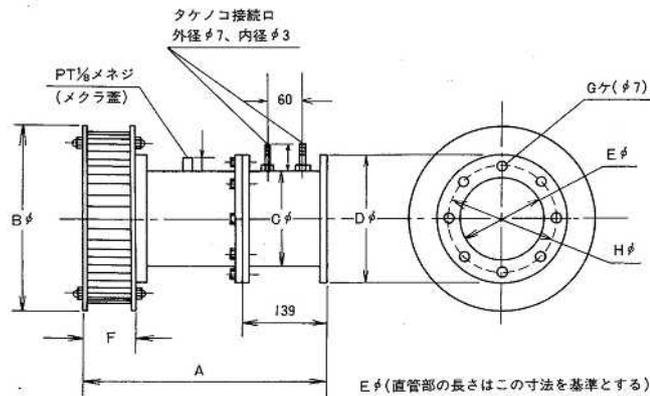
弊社ソニックノズル、気体流量計に関する校正証明書(有料)及びトレーサビリティ体系図(無料)は御注文の際に御指定下さい。

8. 寸法図

吸入用

(単位:mm)

	A	B	C	D	E	F	G	H
LFM-1 ~ 4	270	186	27.5	64	14	80	6	48
LFM-5,6	270	186	40	77	26	80	8	61
LFM-7,8	280	186	70	107	54	80	10	91
LFM-9,10	335	297	120	157	104	65	10	141
LFM-11	458	297	227	266	205	65	12	250
LFM-12	521	297	227	266	205	128	12	250



配管用

(単位:mm)

	A	B	C	D	E	F	G	H	相フランジ
LFM-1 ~ 4	219	40	27.5	64	75	55	9	12	JIS5K10A
LFM-5,6	247	54	40	77	80	60	15	12	JIS5K15A
LFM-7,8	323	92	70	107	115	90	32	15	JIS5K32A
LFM-9,10	403	132	120	157	155	130	65	15	JIS5K65A
LFM-11,12	649	255	227	266	200	165	105.3	8ケ 19	JIS5K100A

