

LOW- Δ P-FLOW

低差圧用途または腐食性ガス向け
マスフローメータ・コントローラ

> はじめに

欧州におけるサーマルマスフローメータ・コントローラ/電子式圧力コントローラのマーケットリーダーであるブロンコスト・ハイテックは、長きにわたる経験を有し、高精度で信頼性の高い測定制御機器を設計・製造しております。ブロンコストの多岐に渡る製品群は、さまざまなマーケットにおいて革新的なソリューションを提供します。機器は様々なタイプ(ラボラトリー型、インダストリー環境型、危険場所型、セミコン向け、分析機器向け)で顧客ご仕様に合わせて造り込まれます。

> 低差圧用途または腐食性ガス向けLOW- Δ P-FLOWシリーズ

ガス流量測定・制御の場において、極めて小さい差圧しか許容されない、または供給できない事例は数多くあります。ブロンコストはこうした用途向けに、大口径キャピラリからなるバイパスサーマルセンサと円筒形の分流素子(laminar flow element; LFE)を組み合わせ、流れの抵抗を最小限に抑えたLOW- Δ P-FLOWシリーズを開発しました。

このコンセプトに基く製品群は、流量レンジ0.2...10 ml_n/minから20...1000 m³_n/hをカバーします。流量2 ln/min以下の場合、必要差圧はわずか0.1 kPa(d)に抑えられております。さらに、流路を大きくしたために目詰まりのリスクが小さくなり、またガスパーティクルによる洗浄がしやすくなります。LOW- Δ P-FLOWは、腐食性ガス用に用いられた場合でも長期間の使用に耐えるものとなっております。

すべての接ガス部には電解研磨ステンレススチールが用いられており、オプションでHastelloy製またはMonel製のメータボディ、センサーチューブ、分流素子が選択可能です。

> 実験室向けおよび産業用の2タイプ

LOW- Δ P-FLOWシリーズは実験室向け(IP-40)のEL-FLOWシリーズの派生機種です。しかしながら、産業用途に適したIN-FLOW相当の頑丈なIP65(防塵防滴)ハウジングも搭載可能です。さらに、後者はATEXカテゴリー3の第2種危険場所にも対応できます。標準のアナログI/OとRS232通信に加え、通信用PCボードを搭載することでDeviceNet™、PROFIBUS DP、EtherCAT®, ModbusやFLOW-BUSプロトコルにも対応できます。



> 低差圧でのマスフローコントロール

低差圧での質量流量コントロールが求められる用途には、LOW- Δ P-FLOWコンパクトマスフローコントローラ(F-200/201/202シリーズ)が最適です。これらに搭載された一体型比例電磁制御弁は高速かつ滑らかな制御特性を実現します。動作環境に応じて、これらのモデルはAir換算で最大1...50 l_n/minの流量レンジに対応します。

低差圧でより大流量の制御が求められる場合、ブロンコストは圧力補償ベローを搭載した特殊制御弁(F-004シリーズ)を考案しました。

これらの制御弁はマスフローメータの直近に設置され、マスフローメータ内蔵のPIDコントローラにより動作します。このF-004シリーズは、低速で大型、高価なサーボ駆動弁の置き換え用に最適です。

> LOW- Δ P-FLOWシリーズの特徴

- ◆ 非常に小さい圧力損失
- ◆ 腐食性ガスに最適
- ◆ 接液部: 電解研磨ステンレス鋼(他はご相談下さい)
- ◆ IP-65(防塵防滴)ハウジングおよびATEX Cat.3 Zone 2認定品もごさいます
- ◆ アナログI/Oおよびデジタル(フィールドバス)通信対応
- ◆ アラーム・カウンター機能搭載



Bronkhorst[®]
HIGH-TECH

> 技術仕様

計測/制御システム

精度(直線性を含む)	: ±1%FS (実校正ベース)
ターンダウン	: 1:50 (2…100%)
線返性	: <0.2%Rd
セトリング時間(コントローラ)	: 2…3秒(標準)
制御安定性	: <±0.1%FS (1 l _r /min, N2での典型値)
運転温度範囲	: -10…70°C (ATEX Cat.3用: 上限50°C)
最大運転圧力	: 1 MPa
温度依存性	: 0.1%FS/°C
圧力依存性	: 0.1%Rd/bar (N ₂ での典型値)
外部リーク	: <2 x 10 ⁻⁹ mbar l/s He
取付姿勢	: 水平取付
ウォームアップ時間(最適な精度のために)	: 30分
精度±2%FSまで	: 2分

機械仕様

接ガス部材質	: ステンレススチール(その他はご相談下さい)
プロセス接続	: 食込継手または金属面シール継手 ウェハータイプ(F-106シリーズ) DINまたはANSIフランジ(F-107シリーズ)
シール材質	: 標準: Viton® オプション: EPDM, Kalrez® (FFKM)
ハウジング(浸入保護等級)	: IP40またはIP65

電気仕様

電源	: +15…24 Vdc
最大消費電力	: メータ: 70 mA コントローラ 最大320 mA (該当時) Profibusは50 mAを追加
アナログ出力/設定	: 0…5 (10) Vdcまたは 0 (4)…20 mA (ソーシング出力)
デジタル通信	: 標準: RS232 オプション PROFIBUS DP, DeviceNet™, Modbus, FLOW-BUS

電気接続(IP40タイプ)

アナログ/RS232	: Dサブ9ピンコネクタ(オス)
PROFIBUS DP	: (バス)Dサブ9ピンコネクタ(メス)/ (電源)Dサブ9ピンコネクタ(オス)
DeviceNet™	: 5ピンM12コネクタ(オス)
Modbus/FLOW-BUS	: RJ45モジュラージャック
EtherCAT®	: 2 x RJ45モジュラージャック(入力/出力)

電気接続(IP65タイプ)

アナログ/RS232	: DIN8コネクタ(オス)
PROFIBUS DP	: (バス)5ピンM12コネクタ(メス)/ (電源)DIN8コネクタ(オス)
DeviceNet™	: 5ピンM12コネクタ(オス)
Modbus/FLOW-BUS	: 5ピンM12コネクタ(オス)

技術仕様は予告なく変更される場合がございます。

> モデル名および流量レンジ(空気換算流量)

マスフローメータ(MFM)

型式	最小流量	最大流量
F-100D/F-100DI	0.2…10 ml _r /min	0.44…22 ml _r /min
F-101D/F-101DI	0.42…21 ml _r /min	0.042…2.1 l _r /min
F-101E/F-101EI	0.028…1.4 l _r /min	0.24…12 l _r /min
F-102E/F-102EI	0.17…8.5 l _r /min	1…50 l _r /min
F-103E/F-103EI	0.9…45 l _r /min	4…200 l _r /min
F-106Z/F-107Z	0.2…10 m ³ _r /h	20…1000 m ³ _r /h

マスフロー コントローラー (MFC)

型式	最小流量	最大流量
F-200DV/F-200DI ¹⁾	0.2…10 ml _r /min	0.44…22 ml _r /min
F-201DV/F-201DI ¹⁾	0.42…21 ml _r /min	0.042…2.1 l _r /min
F-201EV/F-201EI ¹⁾	0.028…1.4 l _r /min	0.24…12 l _r /min
F-202EV/F-202EI ¹⁾	0.17…8.5 l _r /min	1…50 l _r /min

¹⁾ 最大Kv値6.6 x 10⁻²

コントロールバルブF-004シリーズ

	F-004AC/F-004AI	F-004BI
Kv	0.3	1.0
最大運転圧力	1.0 MPa(a)	1.0 MPa(a)
最小差圧(概算)	0.1 kPa(d)	0.1 kPa(d)
最大差圧	0.5 MPa(d)	0.5 MPa(d)
最大消費電力 (電源15 Vdc利用時)	3.5 W	3.5 W



F-004BI, F-004ACベローバルブ

> 機器選定のためのコンバージョンファクタ計算手順

空気以外のガス向けに適切な機種を選ぶために、ブロンコストは2つの計算を行います。

$$1. \quad \varnothing_{vn} \text{ Air} = \frac{\varnothing_{vn} \text{ gas}}{\text{conversion factor}}$$

$$2. \quad \varnothing_{vn} \text{ Air} = \frac{\varnothing_{vn} \text{ gas}}{\text{viscosity factor}}$$

換算係数(conversion factor)または粘性係数(viscosity factor)のいずれか大きい方を流量キャパシティとします。

例) フロン-22, 1 l_r/min

換算係数 : 0.49 (下表参照)

粘性係数 : 0.34 (下表参照)

$$1. \quad \varnothing_{vn} \text{ Air} = 1/0.49 = 2.04 \text{ l}_r/\text{min}$$

$$2. \quad \varnothing_{vn} \text{ Air} = 1/0.34 = 2.94 \text{ l}_r/\text{min}$$

大きい方の流量は2.94 l_r/minとなり、メータF-101E/

F-101EまたはコントローラF-201EV/F-201Eを選択します。



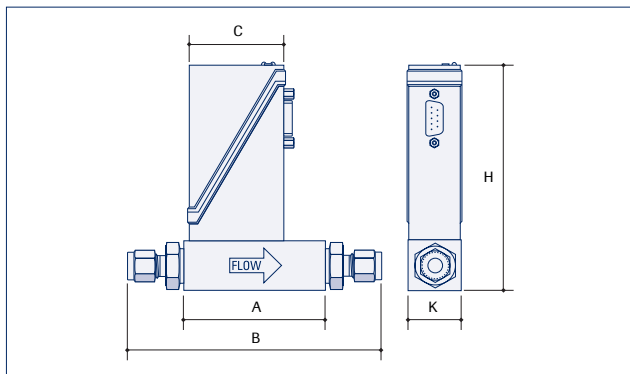
保護等級 : F-004AC;IP40;F-004BI;IP65;F-004AI;IP65

> 換算係数と粘性係数

流体名	A	B	C	流体名	A	B	C	Name	A	B	C
アセチレン(エチン)	C ₂ H ₂	0.62	0.61	塩化エチル	C ₂ H ₅ Cl	0.44	0.31	六フッ化モリブデン	MoF ₆	0.23	0.16
空気	Air	1.00	1.00	フッ素	F ₂	0.93	0.96	モノエチルアミン	C ₂ H ₅ N	0.38	0.32
アレン(プロパジエン)	C ₃ H ₄	0.46	0.38	フロン-11	CCl ₃ F	0.36	0.22	モノメチルアミン	CH ₃ N	0.55	0.46
アンモニア	NH ₃	0.79	0.87	フロン-113	C ₂ Cl ₃ F ₃	0.22	0.14	ネオン	Ne	1.40	1.86
アルゴン	Ar	1.40	1.12	フロン-1132A	C ₂ H ₂ F ₂	0.47	0.39	一酸化窒素	NO	0.97	0.98
アルシン	AsH ₃	0.72	0.48	フロン-114	C ₂ Cl ₂ F ₄	0.24	0.16	窒素	N ₂	1.00	1.00
三塩化ホウ素	BCl ₃	0.45	0.27	フロン-115	C ₂ ClF ₅	0.25	0.18	二酸化窒素	NO ₂	0.75	0.57
三フッ化ホウ素	BF ₃	0.56	0.47	フロン-116	C ₂ F ₆	0.26	0.21	三フッ化窒素	NF ₃	0.53	0.47
五フッ化臭素	BrF ₅	0.28	0.20	フロン-12	CCl ₂ F ₂	0.38	0.25	塩化ニトロシル	NOCl	0.62	0.42
1,3-ブタジエン	C ₄ H ₆	0.33	0.27	フロン-13	CClF ₃	0.42	0.30	亜酸化窒素	N ₂ O	0.73	0.62
ブタン	C ₄ H ₁₀	0.27	0.23	フロン-13B1	CBrF ₃	0.40	0.26	酸素	O ₂	0.99	1.00
1-ブテン	C ₄ H ₈	0.38	0.30	フロン-14	CF ₄	0.46	0.39	二フッ化酸素	OF ₂	0.66	0.62
cis-2-ブテン	C ₄ H ₈	0.31	0.26	フロン-21	CHCl ₂ F	0.46	0.28	オゾン	O ₃	0.72	0.59
trans-2-ブテン	C ₄ H ₈	0.35	0.27	フロン-22	CHClF ₂	0.49	0.34	ペンタン	C ₅ H ₁₂	0.23	0.19
フッ化カルボニル	COF ₂	0.58	0.40	フロン-23	CHF ₃	0.54	0.42	ペルクロリルカルオリド	ClO ₃ F	0.42	0.33
硫化カルボニル	COS	0.67	0.46	フロン-C318	C ₄ F ₈	0.16	0.12	オクタフルオロプロパン	C ₃ F ₈	0.18	0.14
二酸化炭素	CO ₂	0.76	0.63	ゲルマン	GeH ₄	0.61	0.44	テトラフルオロエチレン	C ₂ F ₄	0.35	0.27
二硫化炭素	CS ₂	0.63	0.36	ヘリウム	He	1.40	3.35	ホスゲン	COCl ₂	0.48	0.30
一酸化炭素	CO	1.00	0.97	ヘリウム3	³ He	1.41	3.55	ホスフィン	PH ₃	0.76	0.65
塩素	Cl ₂	0.82	0.50	水素	H ₂	1.01	2.66	五フッ化リン	PF ₅	0.32	0.25
三フッ化塩素	ClF ₃	0.44	0.33	臭化水素	HBr	0.98	0.59	プロパン	C ₃ H ₈	0.37	0.32
シアン	C ₂ N ₂	0.49	0.40	塩化水素	HCl	0.99	0.80	プロピレン(プロピレン)	C ₃ H ₆	0.43	0.37
塩化シアン	CICN	0.64	0.37	シアン化水素	HCN	0.75	0.22	シラン	SiH ₄	0.65	0.61
シクロプロパン	C ₃ H ₆	0.48	0.39	フッ化水素	HF	0.95	0.95	四フッ化ケイ素	SiF ₄	0.38	0.30
重水素	D ₂	1.00	2.14	ヨウ化水素	HI	0.97	0.46	フッ化スルフリル	SO ₂ F ₂	0.41	0.31
ジボラン	B ₂ H ₆	0.47	0.46	セレン化水素	H ₂ Se	0.81	0.50	二酸化硫黄	SO ₂	0.69	0.46
ジブロモジフルオロメタン	CBr ₂ F ₂	0.21	0.14	硫化水素	H ₂ S	0.83	0.67	六フッ化硫黄	SF ₆	0.28	0.22
ジクロロシラン	SiH ₂ Cl ₂	0.44	0.28	四フッ化硫黄	C ₄ H ₁₀	0.27	0.23	四フッ化硫黄	SF ₄	0.36	0.29
ジメチルアミン	C ₂ H ₇ N	0.40	0.33	イソブタン	C ₄ H ₈	0.30	0.25	トリクロロシラン	SiHCl ₃	0.36	0.22
2,2-ジメチル	C ₅ H ₁₂	0.23	0.19	クリプトン	Kr	1.42	0.83	トリメチルアミン	C ₃ H ₉ N	0.30	0.24
ジメチルエーテル	C ₂ H ₆ O	0.41	0.35	メタン	CH ₄	0.80	0.93	六フッ化タンダグステン	WF ₆	0.28	0.16
ジシラン	Si ₂ H ₆	0.33	0.28	プロピン	C ₃ H ₄	0.45	0.38	臭化ビニル	C ₂ H ₃ Br	0.50	0.30
エタン	C ₂ H ₆	0.53	0.50	プロモメタン	CH ₃ Br	0.64	0.37	クロロエチレン	C ₂ H ₃ Cl	0.50	0.36
エチレン(エテン)	C ₂ H ₄	0.64	0.60	塩化メチル	CH ₃ Cl	0.67	0.48	ポリフッ化ビニル	C ₂ H ₃ F	0.53	0.46
エチレンオキシド	C ₂ H ₄ O	0.56	0.44	フッ化メチル	CH ₃ F	0.74	0.70	キセノン	Xe	1.38	0.63
エチルアセチレン(1-ブチン)	C ₄ H ₆	0.34	0.28	メチルメルカプタン	CH ₃ S	0.56	0.42				

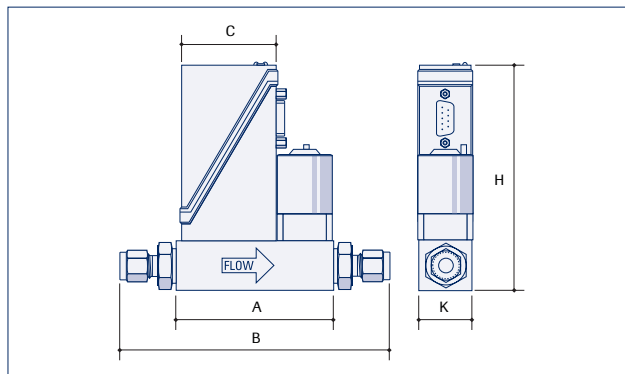
A = 化学式, B = 換算係数(conversion factor)@20°C, 1 atm, C = 粘性係数(viscosity factor)@ 20°C, 1 atm

> 外形寸法 (mm)



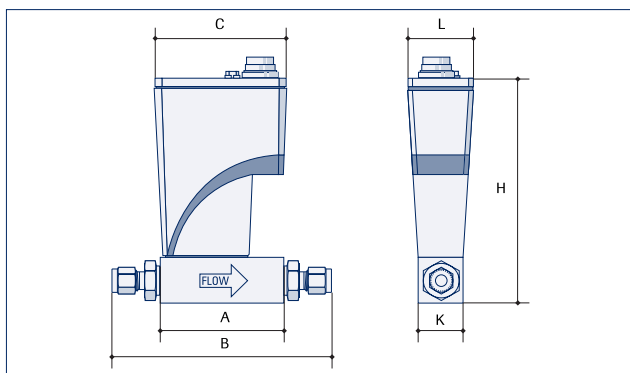
IP40マスフローメータ

型式	A	B	C	H	K	重量 (kg)
F-100D (1/8" OD)	47	98	47	111	25	0.4
F-101D/F-101E (1/4" OD)	69	126	47	111	25	0.5
F-102E (1/2" OD)	69	134	47	123	26	0.6
F-103E (1/2" OD)	110	177	47	168	89	4.0



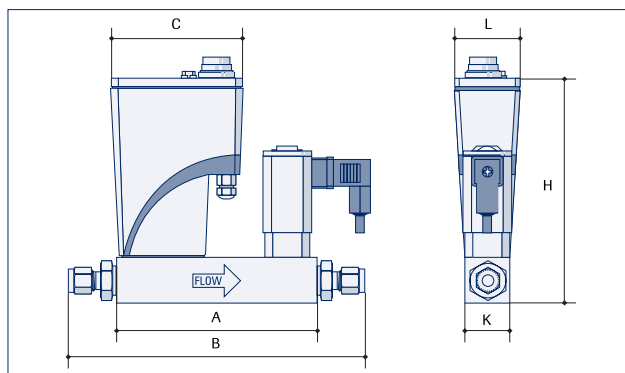
IP40マスフローコントローラ

型式	A	B	C	H	K	重量 (kg)
F-200DV (1/8" OD)	77	128	47	111	25	0.6
F-201DV/F-201EV (1/4" OD)	77	134	47	111	25	0.6
F-202EV (1/2" OD)	78	143	47	123	26	0.8



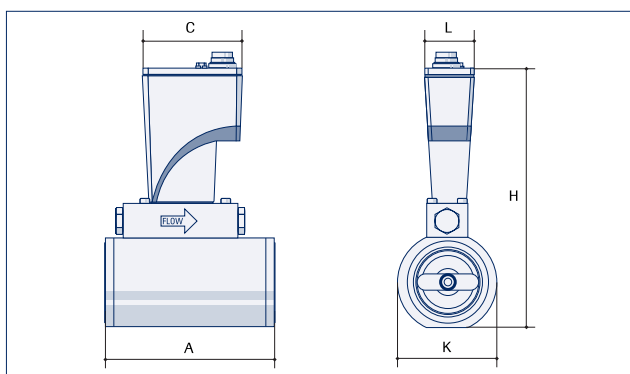
IP65マスフローメータ(低~中流量用)

型式	A	B	C	H	K	L	重量 (kg)
F-100DI (1/8" OD)	47	98	74	125	25	36	0.8
F-101DI/F-101EI (1/4" OD)	69	126	74	125	25	36	0.9
F-102EI (1/2" OD)	69	134	74	137	26	36	1.0
F-103EI (1/2" OD)	110	177	74	182	89	36	4.4



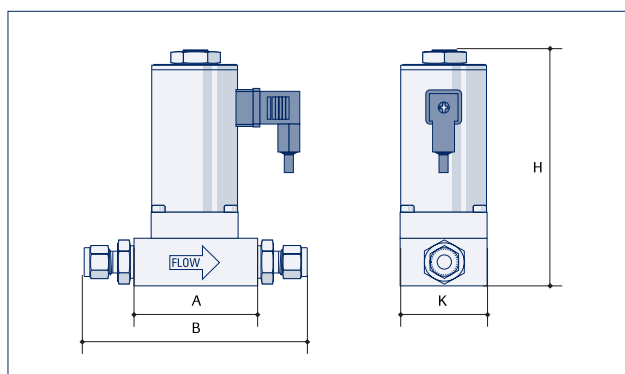
IP65マスフローコントローラ

型式	A	B	C	H	K	L	重量 (kg)
F-200DI (1/8" OD)	112	164	74	125	25	36	1.3
F-201DI/F-201EI (1/4" OD)	112	169	74	125	25	36	1.3
F-202EI (1/2" OD)	112	169	74	139	59	36	1.5



IP65マスフローメータ(大流量用、ウェハータイプ)

型式	A	C	H	K	L	重量 (kg)
F-106AZ	125	74	192	75	36	4.0
F-106BZ	125	74	205	85	36	4.6
F-106CZ	125	74	234	115	36	6.8
F-106DZ	125	74	264	145	36	9.5
F-106EZ	125	74	319	198	36	13.3



F-004シリーズコントロールバルブ

型式	A	B	H	K	重量 (kg)
F-004AC/AI (1/4" OD)	64	121	122	45	1.2
F-004BI (1/2" OD)	85	152	174	65	3.4

外形寸法は予告なく変更される場合がございます。フランジタイプ質量流量計 F-107Zシリーズの正規の図面と寸法についてはお問い合わせください。

> マスフローメータの流量レンジと圧力損失

型式	流量	圧力損失(kPa)@大気圧	
	ml _n /min Air	1/8" OD 配管	1/4" OD 配管
F-100D/F-100DI	10	0.08	0.08
F-100D/F-100DI	15	0.08	0.08
F-101D/F-101DI	20	0.08	0.08
F-101D/F-101DI	50	0.08	0.08
F-101D/F-101DI	100	0.08	0.08
F-101D/F-101DI	200	0.08	0.08
F-101D/F-101DI	500	0.08	0.08
F-101D/F-101DI	1000	0.08	0.08
F-101D/F-101DI	2000	-	0.08

型式	流量	圧力損失(kPa)@大気圧	
	ln/min Air	1/4"配管	1/2"配管
F-101E/F-101EI	5	0.55	0.5
F-101E/F-101EI	10	0.6	0.55
F-102E/F-102EI	20	0.85	0.65
F-102E/F-102EI	50	-	1.5

型式	流量	圧力損失(kPa)@大気圧	
	ln/min Air	1/2"配管	3/4"配管
F-103E/F-103EI	100	-	0.8
F-103E/F-103EI	200	-	1.5

型式	サイズ DIN	流量		圧力損失(kPa) @大気圧	
		ANSI	m ³ n/h Air		
F-106AZ/F-107AZ	DN40	1 1/2"	10	0.7	
F-106AZ/F-107AZ	DN40	1 1/2"	20	1.3	
F-106AZ/F-107AZ	DN40	1 1/2"	50	3.5	
F-106BZ/F-107BZ	DN50	2"	20	0.7	
F-106BZ/F-107BZ	DN50	2"	50	1.8	
F-106BZ/F-107BZ	DN50	2"	100	3.9	
F-106CZ/F-107CZ	DN80	3"	50	0.7	
F-106CZ/F-107CZ	DN80	3"	100	1.5	
F-106CZ/F-107CZ	DN80	3"	200	3.2	
F-106DZ/F-107DZ	DN100	4"	100	0.9	
F-106DZ/F-107DZ	DN100	4"	200	1.7	
F-106DZ/F-107DZ	DN100	4"	500	4.8	
F-106EZ/F-107EZ	DN150	6"	200	0.7	
F-106EZ/F-107EZ	DN150	6"	500	1.9	
F-106EZ/F-107EZ	DN150	6"	1000	4.1	



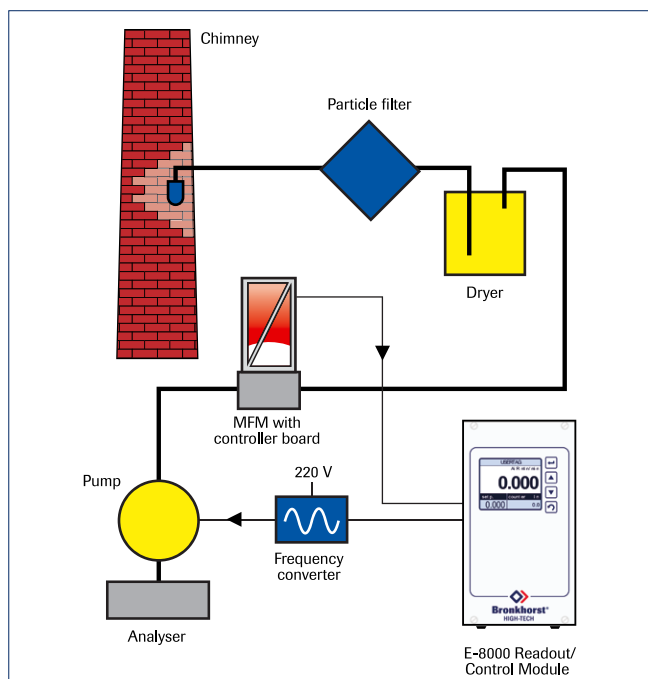
F-106CZマスフローメータ

> 適用事例

LOW-ΔP-FLOWシリーズは、下記のような分野においてOEMや研究開発用途に幅広くご利用頂いております。

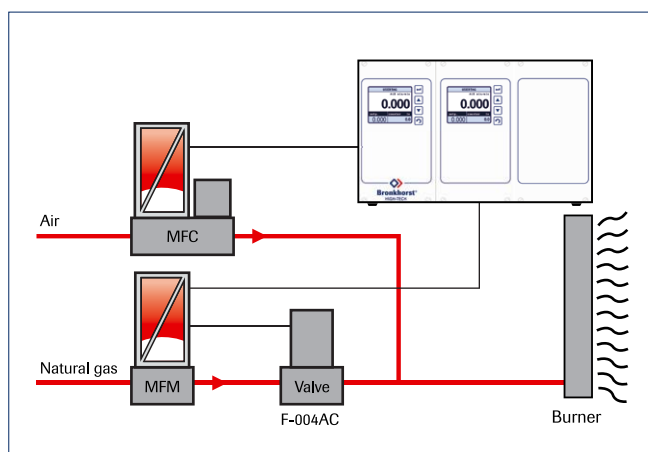
- ◆ 大気圧付近での環境分析用エアサンプリング
- ◆ リーク量や透過率の測定
- ◆ バーナーコントロール
- ◆ 天然ガスなど、低圧ガス供給システムにおけるガス消費量の測定

> 空気のサンプリング



LOW-ΔP-FLOWマスフローメータとサンプリング用ポンプを組み合わせ、流量をコントロールするシステムです。設定値に応じて、マスフローメータのPIDコントローラがポンプの速度を制御します。

> バーナー・コントロール



マスフローコントローラ(MFC)を用いたバーナーのガス供給量制御は、従来のニードル弁を用いた流量調整に比べ多くのメリットがあります。バーナーのオリフィスが詰まりつつある時やガス供給圧力が変化した時、MFCは自動的に条件変動に対応します。LOW-ΔP-FLOWマスフローメータと圧力補償機構付きバローバルブF-004の組み合わせは、天然ガスやメタンガスなど、比較的大きな流量を低差圧で制御することが求められる用途向けに多数ご利用頂いております。

> 型式選定ガイド

F - N N NAA - A A A - NN - A

基本構成

- 0 バルブのみ
- 1 メータ
- 2 コントローラ

圧力定格

- 0 最大6.4 MPa

流量レンジ

このパンフレットの2ページ「モデルと流量」
をご覧ください。

通信(I/O)

- A RS232 + アナログ (ノルマリークローズ)
- B RS232 + アナログ (ノルマリーオープン)
- D RS232 + DeviceNet™ (ノルマリークローズ)
- E RS232 + DeviceNet™ (ノルマリーオープン)
- M RS232 + Modbus (ノルマリークローズ)
- N RS232 + Modbus (ノルマリーオープン)
- P RS232 + PROFIBUS DP (ノルマリークローズ)
- Q RS232 + PROFIBUS DP (ノルマリーオープン)
- R RS232 + FLOW-BUS (ノルマリークローズ)
- S RS232 + FLOW-BUS (ノルマリーオープン)
- T¹⁾ RS232 + EtherCAT® (ノルマリークローズ)
- U¹⁾ RS232 + EtherCAT® (ノルマリーオープン)

¹⁾ IP40 configuration only

アナログ出力

- A 0...5 Vdc
- B 0...10 Vdc
- F 0...20 mAソーシング
- G 4...20 mAソーシング

電源電圧

- D +15...24 Vdc

配管接続(入力/出力)

食込継手

- 11 1/8" OD食込継手
- 22 1/4" OD食込継手
- 33 6 mm OD食込継手
- 44 12 mm OD食込継手
- 55 1/2" OD食込継手
- 66 20 mm OD食込継手
- 88 1/4"金属面シール継手(オス)
- 99 その他

ウェファァー・フランジ接続

- 01 DIN PN10ウェファァータイプ
- 02 DIN PN16ウェファァータイプ
- 03 DIN PN40ウェファァータイプ
- 06 ANSI 150ウェファァータイプ
- 07 ANSI 300ウェファァータイプ
- 13 DIN PN40フランジタイプ
- 26 ANSI 150フランジタイプ
- 99 その他

内部シール

- V Viton® (標準)
- E EPDM
- K Kalrez® (FKKM)



F-101DIマスマフローメータ、IP65ハウジング



F-102Eマスマフローメータ、IP40ハウジング



Bronkhorst®
HIGH-TECH

Nijverheidsstraat 1a, NL-7261 AK Ruurlo The Netherlands
T +31(0)573 45 88 00 F +31(0)573 45 88 08
I www.bronkhorst.com E info@bronkhorst.com



Bronkhorst®
JAPAN

ブロンコスト・ジャパン株式会社
〒135-0016東京都江東区東陽5-27-5
T 03-3645-1371 F 03-3645-1377



9.65.006B
©BHT-153422