

# EL-FLOW®

## 가스를 위한 디지털 열 질량 유량계 및 컨트롤러

### > 소개

Bronkhorst High-Tech B.V.는 열 질량 흐름 유량계/컨트롤러 및 전자 압력 컨트롤러의 유럽 시장의 선도적 기업이며 수년에 걸쳐 정확하고 신뢰성 있는 측정 및 제어 장치 설계 및 제작 경험이 있습니다.

기구의 넓은 범위에 대해, Bronkhorst High-Tech는 많은 다른 시장에서의 무수한 다른 응용을 위한 혁신적 솔루션을 제공합니다. 이 기기는 두 가지를 언급하자면 반도체 및 분석 설치와 같은 폭 넓은 응용에서의 다양한 스타일의 고객에 제공한 사양으로 제작되었으며 실험실, 업계 및 위험 지역에 적합합니다.

### > 실험실 및 기기를 위한 EL-FLOW® 시리즈

가스 응용을 위한 EL-FLOW® 시리즈 질량 유량계 및 컨트롤러는 실험실 및 청결한 처리 조건을 위해 설계된 하우징을 가집니다. 기기는 진공과 400 bar 사이의 압력 정격을 가진 0,014...0,7 ml/min 및 8...1670 l/min 사이의 흐름 범위를 측정 및 제어 능력 측면에서 실제로 독창적입니다 - 기기 범위에 전체가 수용됨. 흐름 범위 및 조작 조건의 융통성을 통해 EL-FLOW® 시리즈가 가장 대중적이며 검증된 분야에 있음을 보장합니다.

### > 최신 디지털 설계

오늘날 EL-FLOW® 시리즈는 디지털 PC 보드를 장착하여 높은 정확성과 탁월한 온도 안정성 및 (500msec 이하의 시간  $t_{98}$ 로 안정됨) 빠른 반응을 제공합니다. 메인 디지털 PC 보드는 측정 및 제어에 필요한 모든 일반 기능을 포함하고 있습니다. 최신 EL-FLOW® 설계는 Multi Gas / Multi Range 기능을 특징으로 하며, (OEM) 고객에게 최적의 융통성과 프로세스 효율을 제공합니다. 추가 정보를 위해서는, 'MASS-FLOW<sup>Select</sup>' 리플릿을 참조해 주십시오.

표준 RS232 출력에 추가하여, 본 기기는 아날로그 I/O를 제공합니다. 추가로, 통합 인터페이스 보드는 DeviceNet™, PROFIBUS DP, Modbus, EtherCAT® 또는 FLOW-BUS 프로토콜을 제공합니다. 후자는 fieldbus 기반 RS485이며, 질량 흐름 계량 및 제어 솔루션을 위한 Bronkhorst High-Tech에 의해 특징적으로 설계됩니다. 당사는 수년에 걸친 디지털 통신 분야에 경험이 있습니다.



### > 모든 응용을 위한 질량 흐름 컨트롤러

EL-FLOW® MFC의 통합 부품 또는 별도의 구성 요소로서 매우 빠르고 유연한 제어 특성을 가진 비례적인 전자기 제어 밸브를 갖출 수 있습니다. 특정 응용 필드를 참조하는 다른 제어 밸브 시리즈가 있습니다. 공통 응용을 위한 표준 직접 작용 밸브, 높은 유량을 위한 6bar ~ 400bar ΔP에 걸친 소위 Vary-P 밸브라 불리는 파일럿 조작 밸브 및 매우 낮은 차동 압력을 가진 응용을 위한 벨로 밸브가 있다.

### > 일반 EL-FLOW® 기능

- ◆ 빠른 반응 및 탁월한 반복성
- ◆ 높은 정확성
- ◆ 가상 압력 및 온도 의존성이 없음
- ◆ 최대 400bar까지의 압력 정격
- ◆ 최적의 금속 씰 및 다운 포트식 구성

### > 디지털 기능

- ◆ DeviceNet™, PROFIBUS DP, Modbus, EtherCAT® 또는 FLOW-BUS 슬레이브; RS232 인터페이스
- ◆ 10bar까지의 옵션 Multi Gas / Multi 범위 기능성
- ◆ 최대 8개의 교정 곡선 저장
- ◆ 경보 및 카운터 기능
- ◆ 제어 특성 사용자 구성

## > 기술 사양

### Measurement / control system

Accuracy (incl. linearity) (based on actual calibration)	: standard: $\pm 0,5\%$ Rd plus $\pm 0,1\%$ FS ( $\pm 1\%$ FS for ranges 3...5 ml <sub>g</sub> /min; $\pm 2\%$ FS for ranges < 3 ml <sub>g</sub> /min)
Turndown	: 1 : 50 (in digital mode up to 1:187,5)
Repeatability	: < 0,2% Rd
Settling time (controller)	: standard: 1...2 seconds option: down to 500 msec
Control stability	: < $\pm 0,1\%$ FS (typical for 1 l <sub>g</sub> /min N <sub>2</sub> )
Operating temperature	: -10...+70°C
Temperature sensitivity	: zero: < 0,05% FS/°C; span: < 0,05% Rd/°C
Pressure sensitivity	: 0,1% Rd/bar typical N <sub>2</sub> ; 0,01% Rd/bar typical H <sub>2</sub>
Leak integrity, outboard	: tested < 2 x 10 <sup>-9</sup> mbar l/s He
Attitude sensitivity	: max. error at 90° off horizontal 0,2% at 1 bar, typical N <sub>2</sub>
Warm-up time	: 30 min. for optimum accuracy 2 min. for accuracy $\pm 2\%$ FS

### Mechanical parts

Material (wetted parts)	: stainless steel 316L or comparable
Process connections	: compression type or face seal couplings
Seals	: standard: Viton®; options: EPDM, Kalrez® (FFKM)
Ingress protection (housing)	: IP40

### Electrical properties

Power supply : +15...24 Vdc  
Max. power consumption (controllers based on normally closed valve, pin 5 not used) :

	Supply	at voltage	I/O	at current	I/O
meter	15 V	95 mA	125 mA		
	24 V	65 mA	85 mA		
controller	15 V	290 mA	320 mA		
	24 V	200 mA	215 mA		

add 50 mA for Profibus, if applicable

Analog output/command	: 0...5 (10) Vdc or 0 (4)...20 mA (sourcing output)
Digital communication	: standard: RS232 options: PROFIBUS DP, DeviceNet™, EtherCAT®, Modbus, FLOW-BUS

### Electrical connection

Analog/RS232	: 9-pin D-connector (male);
PROFIBUS DP	: bus: 9-pin D-connector (female); power: 9-pin D-connector (male);
DeviceNet™	: 5-pin M12-connector (male);
EtherCAT®	: 2 x RJ45 modular jack (in/out)
Modbus-RTU/FLOW-BUS	: RJ45 modular jack



기술 사양 및 체적은 통지 없이 변경될 수 있습니다.

F-111B Mass Flow Meter

## > 모델 및 흐름 범위 (공기에 기반함)

### Mass Flow Meters (MFM); PN100 (pressure rating 100 bar)

Model	min. flow	max. flow
F-110C	0,014...0,7 ml <sub>g</sub> /min	0,06...9 ml <sub>g</sub> /min
F-111B	0,16...8 ml <sub>g</sub> /min	0,16...25 l <sub>g</sub> /min
F-111AC	0,4...20 l <sub>g</sub> /min	0,6...100 l <sub>g</sub> /min
F-112AC	0,8...40 l <sub>g</sub> /min	1,4...250 l <sub>g</sub> /min
F-113AC	4...200 l <sub>g</sub> /min	8...1670 l <sub>g</sub> /min

For ranges of 200 or 400 bar rated MFMs see model number identification.

### Mass Flow Controllers (MFC); PN64 / PN100

Model	min. flow	max. flow
F-200CV/F-210CV <sup>1)</sup>	0,014...0,7 ml <sub>g</sub> /min	0,06...9 ml <sub>g</sub> /min
F-201CV/F-211CV <sup>1)</sup>	0,16...8 ml <sub>g</sub> /min	0,16...25 l <sub>g</sub> /min
F-201AV/F-211AV <sup>1)</sup>	0,4...20 l <sub>g</sub> /min	0,6...100 l <sub>g</sub> /min
F-202AV/F-212AV <sup>2)</sup>	0,8...40 l <sub>g</sub> /min	1,4...250 l <sub>g</sub> /min
F-203AV/F-213AV <sup>3)</sup>	4...200 l <sub>g</sub> /min	8...1670 l <sub>g</sub> /min

<sup>1)</sup> K<sub>v</sub>-max = 6,6 x 10<sup>-2</sup>

<sup>2)</sup> K<sub>v</sub>-max = 0,4

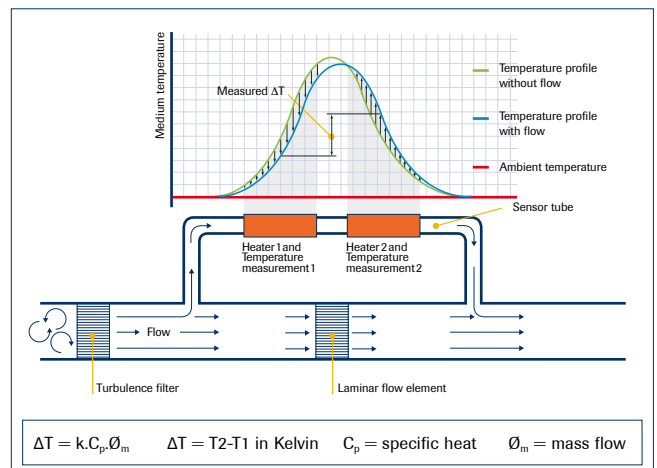
<sup>3)</sup> K<sub>v</sub>-max = 1,5

### MFCs for high-pressure / high-ΔP applications; PN400

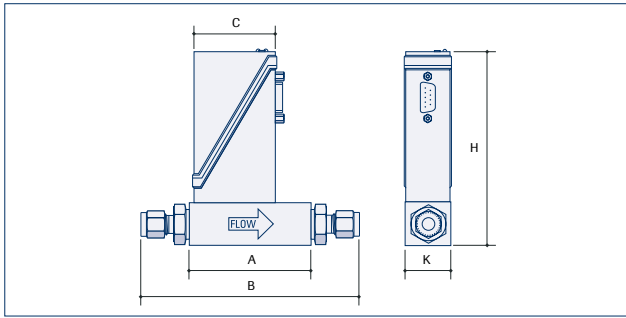
Model	min. flow	max. flow
F-230M	0,2...10 ml <sub>g</sub> /min	10...500 ml <sub>g</sub> /min
F-231M	10...500 ml <sub>g</sub> /min	0,2...10 l <sub>g</sub> /min
F-232M	0,2...10 l <sub>g</sub> /min	2...100 l <sub>g</sub> /min

## > 열 질량 흐름 측정 원리

열 질량 흐름 유량계/컨트롤러의 핵심은 센서입니다. 센서는 저항 온도계 요소를 가진 스테인리스강 모세 튜브로 구성됩니다. 가스 흐름 부분은 바이패스 센서를 통해 흐르며 가열 요소를 통해 덩어집니다. 결과적으로, 측정된 온도 T<sub>1</sub>과 T<sub>2</sub>는 별개로 측정됩니다. 온도 차이는 센서를 통해 직접 비례합니다. 메인 채널에서 Bronkhorst High-Tech는 정밀하게 식각된 흐름 채널을 가진 스테인리스강 디스크 스택으로 구성된 특허 층류 요소를 적용합니다. 완벽한 흐름 분할 덕분에, 센서 출력은 전체 질량 흐름에 비례합니다.



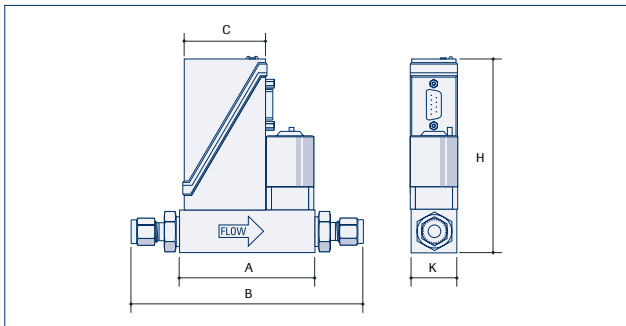
## > 체적



### 질량 흐름 유량계

Model	A	B	C	H	K	Weight (kg)
F-110C (1/8" OD)	47	98	47	111	25	0,4
F-111B (1/4" OD)	69	126	47	111	25	0,5
F-111AC (1/4" OD)	69	126	47	123	26	0,6
F-112AC (1/2" OD)	65	130	47	139	59	1,3
F-113AC (1/2" OD)	112	179	47	153	74	3,0

체적은 mm 단위입니다.



### 질량 흐름 컨트롤러

Model	A	B	C	H	K	Weight (kg)
F-200CV/F-210CV (1/8" OD)	77	128	47	111	25	0,6
F-201CV/F-211CV (1/4" OD)	77	134	47	111	25	0,6
F-201AV/F-211CV (1/4" OD)	78	135	47	123	26	0,7
F-202AV/F-212AV (1/2" OD)	112	169	47	139	59	2,1
F-203AV/F-213AV (1/2" OD)	171	238	47	153	74	4,9
F-230M/F-231M/F-232M (1/4" OD)	115	172	47	163	69	3,4

체적은 mm 단위입니다.

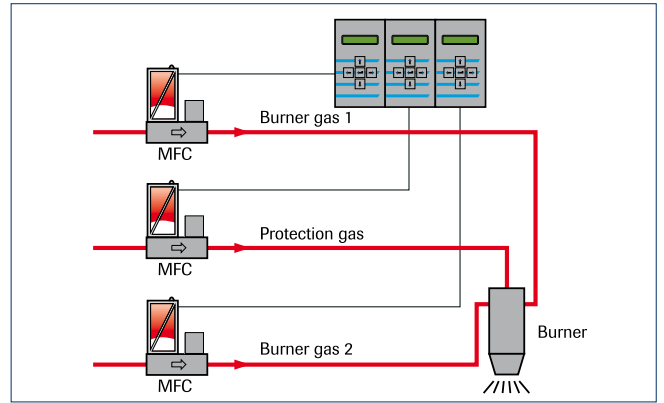
## > 응용 분야

OEM과 실험실 응용 둘 모두에 대해 폭 넓은 다양성으로 시장에 성공적으로 EL-FLOW® 시리즈를 적용하였습니다:

- ◆ u반도체 프로세스
- ◆ 분석 및 환경 측정
- ◆ 버너 제어
- ◆ 진공 기술
- ◆ 표면 처리 설치
- ◆ 식품, 의학 및 (석유) 화학 업계 내의 공정 제어

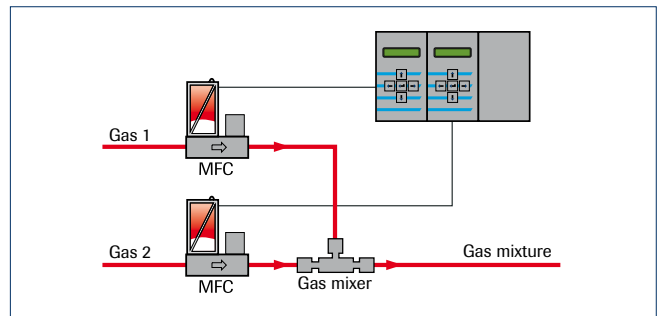
많은 가변적 응용을 위해, 당사는 일부 기본 예의 밑그림을 그렸습니다. 실제로, 이들 응용은 훨씬 더 복잡하며 훨씬 더 가변적으로 채택됩니다.

## > 버너 제어



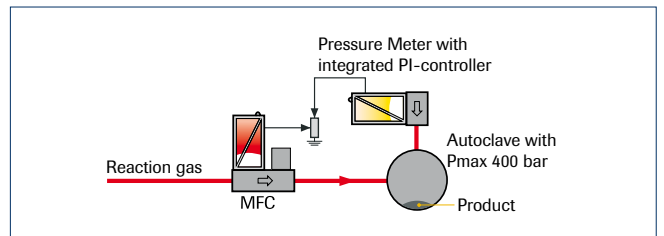
질량 흐름 컨트롤러를 사용하는 버너 제어는 전형적 시스템에 비교하여 많은 이점이 있으며, 이때, 흐름은 니들 밸브를 통해 조절됩니다. 버너 오리피스가 막혀 있거나 가스 공급 압력이 가변적일 때, MFC는 자동으로 변경된 조건을 채택합니다. 천연 가스 또는 CH<sub>4</sub>를 위한 전형적인 낮은 차동 압력을 가진 상대적으로 큰 흐름 제어를 위해, Bronkhorst High-Tech는 별도의 압력 보상 벨로 밸브를 사용한 질량 흐름 유량계를 제공합니다.

## > 가스 혼합물



MFC는 둘 이상의 가스의 정확하고 안정된 혼합물 구성을 위해 종종 사용됩니다. 마스터-슬레이브 모드로 조작하기 위해 Bronkhorst PS/Readout 시스템을 적용하여 혼합 가스 비를 유지할 수 있습니다. 위의 예에서, 가스 1의 흐름 범위는 가스 2보다 훨씬 더 작습니다. 이러한 용도로, Bronkhorst High-Tech는 균일한 가스 혼합물을 보장하기 위해 가스 혼합기를 개발하였습니다.

## > 반응기 피딩



흐름 제어는 종종 EL-PRESS 배압 컨트롤러 또는 예시된 것과 같이, 통합 PI-컨트롤러를 가진 EL-PRESS 압력 유량계를 사용하여 반응기 압력 제어와 결합됩니다.

전형적 응용: 고압 수소 첨가 시스템 및 Vary-P 제어 밸브와 함께 400bar 정격 질량 흐름 컨트롤러를 사용하는 오토클레이브 공정.

## > 모델 식별 및 형번

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

### Base

0	Valve only
1	Meter
2	Controller

### Pressure rating

0	64 bar
1	100 bar
2	200 bar
3	400 bar

### Ranges

#### for PN64/PN100 Flow Meters/Controllers

0C/0CV	0...0,7 / 0...9 ml <sub>v</sub> /min
1B/1CV	0...8 / 0...25000 ml <sub>v</sub> /min
1AC/1AV	0...20 / 0...100 l <sub>v</sub> /min
2AC/2AV	0...40 / 0...250 l <sub>v</sub> /min
3AC/3AV	0...200 / 0...1670 l <sub>v</sub> /min

#### for PN200/PN400 Flow Meters

0M	0...10 / 0...15 ml <sub>v</sub> /min
1M	0...15 / 0...20000 ml <sub>v</sub> /min
2M	0...10 / 0...250 l <sub>v</sub> /min
3M	0...200 / 0...1250 l <sub>v</sub> /min

#### for PN400 Flow Controllers

0M	0...10 / 0...500 ml <sub>v</sub> /min
1M	0...0,5 / 0...10 l <sub>v</sub> /min
2M	0...10 / 0...100 l <sub>v</sub> /min

### Nominal range

Factory selected

### Communication (I/O)

A	RS232 + analog (n/c control)
B	RS232 + analog (n/o control)
D	RS232 + DeviceNet™ (n/c control)
E	RS232 + DeviceNet™ (n/o control)
M	RS232 + Modbus (n/c control)
N	RS232 + Modbus (n/o control)
P	RS232 + PROFIBUS DP (n/c control)
Q	RS232 + PROFIBUS DP (n/o control)
R	RS232 + FLOW-BUS (n/c control)
S	RS232 + FLOW-BUS (n/o control)
T	RS232 + EtherCAT® (n/c control)
U	RS232 + EtherCAT® (n/o control)

### Analog output

A	0...5 Vdc
B	0...10 Vdc
F	0...20 mA sourcing
G	4...20 mA sourcing

### Supply voltage

D	+15...24 Vdc
---	--------------

### Connections (in/out)

1	1/8" OD compression type
2	1/4" OD compression type
3	6 mm OD compression type
4	12 mm OD compression type
5	1/2" OD compression type
6	20 mm OD compression type
8	1/4" Face seal male
9	other

### Internal seals

V	Viton® (factory standard)
E	EPDM
K	Kalrez® (FFKM)



F-203AV Mass Flow Controller for high flow applications

F-112AC Mass Flow Meter

F-231M Mass Flow Controller for high pressure applications

  
**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®**  
 KOREA

서울특별시 구로구 경인로 53길 90, STX W 타워 417호(구로동 615-3)  
 T +82 2 6124 4670 F +82 2 6124 4674  
 I www.bronkhorst.kr E sales@bronkhorst.kr

