

◆ ◆ ◆ ◆ ◆  
◆ ◆ ◆ ◆ ◆  
**지침 메뉴얼**  
◆ ◆ ◆ ◆ ◆  
◆ ◆ ◆ ◆ ◆

**일반 지침 디지털 질량 흐름 / 압력 기기 실험  
형식 / IN-FLOW**

문서 번호: 9.32.022D 일자: 22-05-2018

◆ ◆ ◆ ◆ ◆  
◆ ◆ ◆ ◆ ◆  
◆ ◆ ◆ ◆ ◆  
◆ ◆ ◆ ◆ ◆  
**주의**

기기 설치 및 조작에 앞서 본 지침을 주의 깊게 읽어 주십시오.  
다음 지침을 따르지 않는 경우, 인명 상해 및/또는 장비 손상을 일으킬 수 있습니다.



## 본 메뉴얼 범위

본 메뉴얼은 가스 또는 액체를 위한 디지털 질량 흐름/압력 기기의 일반 사항 및 기기에 필요한 일반 지침을 다루고 있습니다.

추가 정보는 기타 문서 내에서 찾을 수 있습니다.

Multibus 기기는 다음과 같이 구성된 모듈 지침 메뉴얼을 가집니다:

- **일반 지침 디지털 질량 흐름 / 압력 기기 실험실 형식 / IN-FLOW (문서 번호 9.17.022)**
- **조작 지침 디지털 기기 (문서 번호 9.17.023)**
- **Fieldbus/인터페이스 설명:**
  - FLOW-BUS 인터페이스 (문서 번호 9.17.024)
  - PROFIBUS-DP 인터페이스 (문서 번호 9.17.025)
  - DeviceNet 인터페이스 (문서 번호 9.17.026)
  - FLOW-BUS 프로토콜을 가진 RS232 인터페이스 (문서 번호 9.17.027)
  - Modbus 인터페이스 (문서 번호 9.17.035)
  - EtherCAT 인터페이스 (문서 번호 9.17.063)
  - PROFINET 인터페이스(문서번호 9.17.095)

당사는 메뉴얼 내용 작성 및 출판에 주의를 기울인 경우에도 발생할 수 있는 부정확성, 오류, 잘못된 설명 또는 기타 잘못된 해석에 대한 법적 또는 기타 의무에 종속되어 있지 않습니다. 본 메뉴얼은 단지 정보 제공 용도이며 통지 없이 변경될 수 있습니다.

## 보증

Bronkhorst High-Tech B.V.의 제품은 (본 메뉴얼 내의 사양 및 지침에 따라 사용된 경우 및 남용, 물리적 손상 또는 오염 하에서 있지 않은 경우) 배송 일자로부터 3년 동안 자재 및 기술적 결함에 대해 보증되어 있습니다. 보증 기간 동안 적절히 조작되지 않은 제품은 무상으로 수리 또는 교체할 수 있습니다. 일반적으로, 수리는 1년 동안 또는 최초 보증 나머지 기간 (어느 것이든 더 긴 기간을 적용함) 동안 보증됩니다. 판매 조건에 대해서는 단락 9를 참조해 주십시오.

보증은 모든 최초 및 잠재적 결함, 무작위 고장 및 확인할 수 없는 내부 원인을 포함하고 있습니다.

보증은 오염, 부적절한 전기 배선, 물리적 충격 및 기타와 같은 고객에 의한 고장 및 손상을 배제합니다.

부분적 또는 전체적으로 보증에 해당하지 않는 보증 서비스를 위해 반품된 제품의 복구 비용을 청구할 수도 있습니다.

Bronkhorst High-Tech B.V.은 (미리 협의되지 않은 경우) 보증 하에 서비스를 수행할 때, 외항 운임을 미리 지급하였습니다. 하지만 Bronkhorst High-Tech B.V.로 제품이 반품 회수된 경우, 수리 청구서에 비용이 추가됩니다. 고객은 수입 및/또는 수출 비용, 외국 선적/운송업자가 청구한 비용을 지불해야 합니다.

## 짧은 서식 조작 지침

질량 흐름 또는 압력 유량계/컨트롤러 설치에 앞서, 부착된 라벨을 읽고 확인하는 것이 중요합니다:

- 유량/압력
- 측정된 유체
- 1 차/2 차 압력
- 입력/출력 신호

붉은 색 스티커를 체크하고 시험 압력이 정상 안전 인자와 일치하는 가를 확인해 주십시오.

배관 시스템 청결 여부를 점검해 주십시오. 청결을 위해 항상 깨끗하고 습기 및 오일이 없는 가스 흐름을 보장하는 필터를 설치해 주십시오.

라인 내에 유량계/컨트롤러를 설치하고 피팅 공급자 지침에 따라 피팅을 조여주십시오. 본 메뉴얼에 제시된 방향을 따라 탑재 위치를 선택해 주십시오.

유압을 인가하기 전에 시스템 누출을 점검해 주십시오.

부식성 또는 반응성 유체를 포함하는 시스템 내의 사용에 앞서 불활성 기체를 사용한 환기가 꼭 필요합니다.

시스템 사용 후, 공기 노출에 앞서, 부식성 또는 반응성 유체를 사용한 전체적 환기가 필요합니다.

표준 케이블 사용 또는 본 메뉴얼 후반에 제시된 배선 도면에 따라 전기 연결을 수행해야만 합니다.

## 단문 시동

프로세스 내에 기기를 설치합니다.

기기에 정확한 압력을 제공합니다.

## ! 주의

작동이 되지 않는다면 Bronkhorst High Tech 또는 대리점에 연락바랍니다.

## 아날로그 조작

DB-9 플런저 / 8 DIN 플런저에서 9-핀 케이블을 사용하여 기기를 전원/판독 유닛에 연결해 주십시오.

## BUS/디지털 조작

절차 : 특정 fieldbus 에 대한 설명을 참조해 주십시오.  
 설정 지점을 기기에 전달해주시고 측정된 값을 확인해 주십시오.  
 높은 정확성을 위해 30 분 동안 기기를 예열해 주십시오.  
 이제, 질량 흐름/압력용 유량계/컨트롤러가 동작할 준비가 되었습니다.

## ! 주의

메인 PC 보드에 연결된 평각 차폐 케이블을 이용하여 fieldbus 를 조작합니다. RS232 와 기기 상단 스위치를 통해 모든 기능 구현이 가능하다 할지라도, 하우징 상단을 분리할 때, 각별한 주의를 기울여야 합니다.

## 안전 예방 조치

이 제품 및 관련 기기를 사용하기 전에 다음 안전주의 사항을 준수해야 합니다.  
 이 제품은 감전 및 상해 위험을 피하기 위해 안전 예방책을 충분히 숙지 한 사용자만이 조작할 수 있습니다.  
 제품을 사용하기 전에 작동 정보를주의 깊게 읽으십시오.  
 작동하기 전에 라인 코드가 접지 된 전원 콘센트에 제대로 연결되어 있는지 확인하십시오. 사용하기 전에 연결 케이블, 테스트 리드, 깨짐 또는 파손을 검사하십시오. 사양 및 작동 지침에 따라 모듈 및 액세서리를 사용해야하며 그렇지 않으면 장비의 안전이 저하 될 수 있습니다.  
 필요한 경우, 화재 위험으로부터의 안전을 위해 동일한 타입 및 등급의 퓨즈로 교체하십시오.  
 내부에는 수리 할 수 있는 부품이 없으므로 장비를 여는 것이 허용되지 않습니다. 결함이있는 경우 장비를 Bronkhorst High-Tech 로 보내주십시오.



는 사용자가 설명서 작동지침을 참조해야한다는 기호입니다.



표면의 는 뜨거움을 경고하는 기호입니다.

감전 및 화재로부터 보호하기 위해 교체 부품은 반드시 Bronkhorst High-Tech B.V.로부터 공급 받아야 합니다. 국가 안전 승인을 받은 동일한 타입과 등급의 표준 퓨즈는 사용할 수 있습니다. 안전과 무관한 부품일 경우 기존부품과 같은 등급이라면 타사제품도 사용이 가능합니다. (기존 부품은 Bronkhort 를 통한 공급만이 가능하며 제품의 정확성 및 기능성을 극대화할수 있습니다. 교체 부품 선택에 도움이 필요하시면 Bronkhorst Korea 로 연락주십시오.

# 목차

1	도입	8
1.1	일반 설명	8
1.1.1	가스 흐름	8
1.1.2	액체 흐름	8
1.1.3	압력	8
1.1.4	하우징	8
1.1.5	밸브	10
1.2	센서 원리	11
1.2.1	기체 흐름 센서 (바이패스 측정)	11
1.2.2	기체 흐름 센서 (직접 질량 흐름 측정, CTA 기반)	11
1.2.3	유체 이동 센서	12
1.2.4	압력 센서	12
1.3	밸브 원리	13
1.3.1	솔레노이드 밸브	13
1.3.2	vary-P 밸브	13
1.3.3	파일럿 구동 밸브	13
1.3.4	밸로 밸브	13
1.4	Kv-값 계산	14
1.4.1	가스용	14
1.4.2	액체용	14
1.4.3	최대 압력 강하	15
1.5	센서 및 종류 장치	16
1.6	변환 계수	17
1.6.1	가스 변환 계수 (바이패스 측정)	17
1.6.2	가스 변환 계수 (CTA 기반 직접 질량 흐름 측정)	19
1.6.3	액체 변환 계수	19
1.6.4	변환 계수 결정을 위한 소프트웨어	20
2	설치	21
2.1	장비 수령	21
2.2	반품	21
2.3	서비스	21
2.4	탑재	22
2.5	인-라인 필터	22
2.6	유체 연결	24
2.7	배관	24
2.8	전기 연결	25
2.8.1	공급원과의 연결 해제	25
2.9	주의	25
2.10	공급 압력	26
2.11	정화 시스템	26

2.12	씰 .....	26
2.13	장비 보관 .....	26
2.14	전자기 호환성 .....	27
2.14.1	EMC 요구사항과 호환되는 조건 .....	27
3	조작 .....	29
3.1	일반 사항 .....	29
3.2	전원 및 예열 .....	29
3.3	영도 .....	30
3.4	조작 조건 .....	30
3.5	기기 성능 .....	31
3.5.1	센서 .....	31
3.5.2	컨트롤러 .....	31
3.6	수동 조작 .....	31
3.7	아날로그 조작 .....	32
3.8	버스/디지털 조작 .....	33
4	유지 관리 .....	34
4.1	일반 사항 .....	34
4.2	가스 흐름 센서 .....	34
4.3	유체 유동 센서 .....	34
4.4	압력 센서 .....	34
4.5	컨트롤러 .....	34
4.6	제어 밸브 .....	34
4.7	솔레노이드 밸브 .....	34
4.7.1	Vary-P 밸브 .....	35
4.7.2	파일럿 구동 밸브 .....	35
4.7.3	벨로 밸브 .....	35
4.8	교열 절차 .....	35
4.9	세척 .....	35
5	디지털 기기 .....	36
6	인터페이스 설명 .....	36
7	문제 해결 .....	37
7.1	일반 사항 .....	37
7.2	문제 해결 일반 사항 요약 .....	38

## 부록

1	가스 변환 표
2	체적 디지털 케이스
3	인클로저 (해당되는 경우)

# 1 도입

## 1.1 일반 설명

### 1.1.1 가스 흐름

가스 용 Bronkhorst® 시리즈 질량 유량계는 압력과 온도 변화에 거의 영향을받지 않고 본체 정격에 따라 700 bar 까지의 가스 유량을 측정하는 정확한 장치입니다. 이 시스템은 제어 밸브와 연성 판독 값을 사용하여 특정 유형의 기기에 따라 1 mln / min ~ 수천 m3n / h 의 가스 유량을 측정하고 제어 할 수 있습니다. 제한된 유량 범위의 경우 금속 밀폐 모델을 사용할 수 있습니다

### 1.1.2 액체 흐름

액체용 Bronkhorst High-Tech B.V. 질량 유량계의 몸체 비율에 따라 최대 400 bar 까지의 유체 이동을 측정하기 위한 정확한 장치이며, 2g/h 에서 1000g/h 까지의 제어 유체 이동 측정 및 제어를 위해 밸브를 부착할 수 있습니다.

### 1.1.3 압력

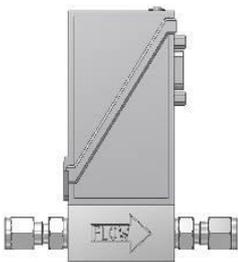
Bronkhorst High-Tech B.V. 압력 측정기는 몸체 비율에 따라 100mbar 에서 400 bar 까지의 압력을 측정합니다. 각각의 절대 압력 또는 계기 압력은 0bar 에서 15bar 사이의 차동 압력 범위에 걸쳐 있습니다. 압력 제어기는 매우 높은 정확성 및 반복성으로 압력을 제어합니다. 압력 제어기는 전방 제어 (P-600 시리즈) 및 후방 제어 (P-700 시리즈) 내에서 사용할 수 있습니다.

압력 제거기를 통과하는 흐름은 1,2 차 압력, 밸브 오리피스 직경 및 흐름 종류에 의존합니다.

### 1.1.4 하우징

각 기기의 하우징 스타일은 EMC 요구 사항을 준수하는 몇몇 규정을 포함하고 있습니다.

#### EL-FLOW®, EL-PRESS



P.C. 보드는 금속 플라스틱 커버 내에 배치됩니다. 전자 연결에 대해, 기기는 아날로그/RS232 조작용을 위한 수 9-핀 축소 하위-D 연결기를 가집니다. 디지털 조작용을 위해 기기는 상단으로 다양한 방법으로 연결됩니다. 이들 기기는 보호된 하우징 (OEM)뿐만 아니라 실험실과 같은 건조 (실내)한 적용에 적합합니다.

#### EL-FLOW®, EL-PRESS 금속 씬



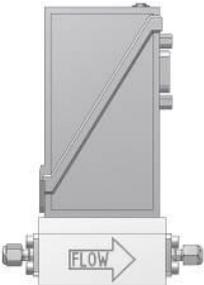
이 시리즈는 표준 EL-FLOW EL-PRESS 시리즈와 동일한 하우징을 가지지만 금속 대 금속 씬에 의해 식별됩니다.

**IN-FLOW , IN-PRESS**

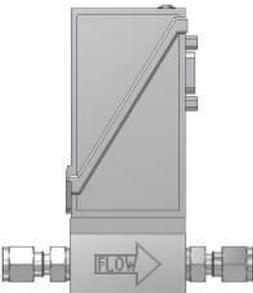
IP65 침투 보호 표준을 준수하기 위해, P.C. 보드는 쉴 주조 금속 하우징 내에 포함됩니다. 전기 연결을 위해, 기구는 아날로그/RS232 조작 및 디지털 조작을 위한 8 DIN 수 연결기를 가지며, 상단에 다양한 연결기가 있습니다. 이들 기구들은 IP6 로의 경공업 (실외) 용도에 적합합니다.

**LIQUI-FLOW**

두 개의 다른 디지털-유체 이동 측정기를 식별할 수 있습니다.

**μ-FLOW 모델**

μ-FLOW 모델은 최대 2g/h 의 센서와 함께 기본적으로 장착된 직선 형태의 모세관입니다. 이 기구는 전자적 연결을 위한 수 9-핀 하위 D-연결기를 장착하고 있습니다. 이 기구는 실험실과 같은 건조한 적용 (실내)에 적합합니다.

**CTA 기반 LIQUI-FLOW™ 시리즈 L10 / L20**

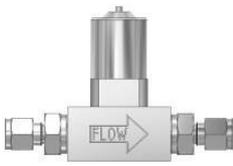
대략 최대 1000g/h 까지의 CTA 기반 LIQUI-FLOW™ 시리즈 L10 / L20 모델. 이 기기는 전기 연결을 위한 수 9-핀 하위 D-연결기를 갖추고 있습니다. 이 기기는 실험실과 같은 건조한 응용 (실외)에 적합합니다.



IP65 침투 보호표준을 준수하기 위해, P.C. 보드는 쉴 주조 금속 하우징 내에 포함됩니다. 전기 연결을 위해, 기구는 아날로그/RS232 조작 및 디지털 조작을 위한 8 DIN 수 연결기를 가지며, 상단에 다양한 연결기가 있습니다. 이들 기구들은 IP6 로의 경공업 (실외) 용도에 적합합니다.

## 1.1.5 밸브

### 실험실 형식



가스용:

이들 밸브의 솔레노이드는 IP50 침투 보호 등급을 가지고 있습니다. 이것은 밸브가 건조한 응용 (실외)에 적합함을 의미합니다.



액체용:

이들 밸브의 솔레노이드는 IP50 침투 보호 등급을 가지고 있습니다. 이것은 밸브가 건조한 응용 (실외)에 적합함을 의미합니다. 이 밸브는 퍼지 연결기를 장착하고 있습니다.

### 산업 스타일



가스용:

이들 밸브의 솔레노이드는 IP50 침투 보호 등급을 가지고 있습니다. 이는 밸브가 경공업 용도 (실외)에 적합함을 의미합니다.



액체용:

이들 밸브의 솔레노이드는 IP50 침투 보호 등급을 가지고 있습니다. 이는 밸브가 경공업 용도 (실외)에 적합함을 의미합니다. 이 밸브는 퍼지 연결기를 장착하고 있습니다.

## 1.2 센서 원리

### 1.2.1 기체 흐름 센서 (바이패스 측정)

기체 흐름 센서의 대부분은 바이패스 측정 원리에 따라 동작합니다. 이들 기기 형식들은 모세관의 가열 부분에 따라 델타-T 를 감지함으로써 열 전달 원리 하에 조작됩니다. 전체 흐름의 부분은 델타-p 를 생성하는 메인 스트림 내의 얇은 판 흐름 장치를 이용한 모세관을 통해 힘이 가해집니다.

모세관 및 얇은 판 흐름 장치 둘 모두에 대한 흐름 조건을 비교할 수 있도록 얇은 판 흐름 장치를 설계합니다. 따라서 측정기를 통한 비례적 유동률을 결과로 합니다. 업 스트림 및 다운 스트림 온도 센서에 의해 감지된 델타-T 는 가스 흐름이 흡수하는 열 양에 의존합니다.

gas 질량 흐름 및 신호 사이의 전달 기능은 수식으로 나타낼 수 있습니다:

$V_{\text{signal}}$  = 출력 신호

$c_p$  = 특정 열

$$V_{\text{signal}} = K \cdot c_p \cdot \Phi_m$$

K = 상수 인자

$\Phi_m$  = 질량 흐름

온도 센서는 브리지 회로의 부분이며 불균형은 원하는 신호 레벨로 선형화되어 증폭됩니다.

### 1.2.2 기체 흐름 센서 (직접 질량 흐름 측정, CTA 기반)

IN-FLOW CTA 모델은 직접 열 질량 흐름 측정 원리 하에 조작합니다. 통과 흐름 설계 센서는 히터 저항 및 온도 감지 저항으로 구성됩니다. 두 저항은 스테인리스강 튜브로 덮인 온도에 민감한 저항성 자재로 제작되었습니다. 발열량은 가열 저항과 감지 저항 사이의 온도 차이를 유지하기 위해 요구된 일정한 레벨은 질량 흐름에 비례합니다. 다른 유일한 히터 전류는 각 흐름 값을 위해 생성되었습니다. 기술된 측정 원리는 항온 풍속 (CTA: Constant Temperature Anemometry)이라 불립니다.

질량 흐름과 출력 신호 사이의 전달 함수는 다음 수식과 같이 기술할 수 있습니다:

$$S_{\text{signal}} \cong S_0 + K \cdot \Phi_m^n$$

$S_{\text{signal}}$  = 출력 신호

$S_0$  = 오프 셋 (제로 흐름) 신호

K = 상수 인자 ( $\lambda$  - 열 전도성,  $c_p$  - 특정 열,  $\mu$  - 동적 점성 및  $\rho$  - 가스 밀도를 포함함)

$\Phi_m$  = 질량 흐름

n = 무차원 상수 (일반적으로 0.5 의 차수)

### 1.2.3 유체 이동 센서

두 개의 디지털 유체 이동 측정 및 두 개의 센서 배치를 구별할 수 있으며, 공통적으로 바이패스 시스템이 없기 때문에, "통과 흐름" 형식을 의미합니다. 다음 센서 배치를 구별할 수 있습니다.

#### 1) 최대 2g/h 까지의 유동률을 위한 $\mu$ -FLOW 모델

기본적으로, 튜브 상에 배치된 두 개의 감지 요소를 가진 작은 모세관입니다. 두 가지 요소 모두는 온도 감지 요소뿐만 아니라 히터로서의 역할을 합니다. 업스트림 및 다운 스트림 온도 센서를 통해 감지된 델타-T는 액체 질량에 의해 흡수된 열 양에 의존합니다. 온도 센서는 브리지 회로의 부분이며 불균형은 원하는 신호 레벨로 증폭됩니다. 액체 질량 흐름 및 신호 사이의 전달 기능은 다음 식으로 표현됩니다:

$V_{\text{signal}}$  = 출력 신호

$c_p$  = 특정 열 ...

$$V_{\text{signal}} = K \cdot c_p \cdot \Phi_m$$

$K$  = 상수 인자

$\Phi_m$  = 질량 흐름

#### 2) 대략 최대 1000g/h 까지의 유동률을 위한 CTA 기반 LIQUI-FLOW 모델

CTA 기반 LIQUI-FLOW L10/L20 모델은 기본적으로 두 개의 감지 요소를 가진 작은 모세관으로 구성됩니다. 업스트림 감지 요소는 튜브를 통과하는 액체 온도를 측정하기 위해 사용된 온도 센서입니다. 다운 스트림 감지 요소는 히터이며, 매체 상의 특정 온도  $\Delta T$  까지 가열됩니다. 당사는 유동 센서 설계에 관한 특허를 지원하였습니다.  $\Delta T$  을 일정하게 유지하기 위해 필요한 히터 전력은 질량 흐름에 의존합니다. 흐름이 없는 경우, 일정하고 무시할 수 있는 발열량이 필수적입니다. 특정 질량 흐름이 일어날 때, 히터를 냉각합니다. 따라서 조절된 온도 차이를 유지하기 위해 발열량 증가가 필요합니다. 따라서 각 흐름 값에 대해 다른 독특한 히터 전력을 생성합니다. 기술된 측정 원리는 항온 풍속 (CTA)이라 불립니다.

두 가지 기능을 수행하는 Wheatstone 브리지 구성을 통해 히터 및 온도 감지 요소가 전기적으로 연결됩니다: 첫 번째 것은 히터에 필수 전력을 제공하는 것이며, 두 번째는 온도 보상을 고려하는 것입니다. 마지막으로, 신호 컨디셔닝 회로는 선형 출력 신호를 제공합니다. 액체 질량 흐름 및 선형 출력 신호 사이의 전달 함수는 다음 식을 통해 개략적으로 기술될 수 있습니다:

$V_{\text{signal}}$  = 출력 신호

$K$  = 교열 상수

$$V_{\text{signal}} \cong K \cdot c_p \cdot \lambda^2 \cdot \Phi_m$$

$c_p$  = 특정 열

$\lambda$  = 열전도 계수

$\Phi_m$  = 질량 흐름

### 1.2.4 압력 센서

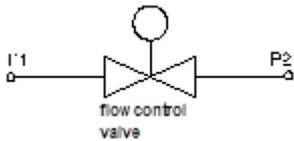
EL-PRESS 압력 센서는 실리콘 결정 표면 상의 압전 저항 브리지 (piezoresistive bridge)에 의해 형성됩니다. 이 센서는 스테인리스강 구조물에 탑재되어 얇은 금속 격막을 사용하여 유체로부터 분리됩니다. 센서 주위 챔버는 유체로부터의 압력을 센서로 연결하기 위한 오일로 채워집니다.

### 1.3 밸브 원리

일부 모델이 섷 오프를 위한 탁월한 성능을 가질지라도 양의 섷 오프를 제공하도록 제어 밸브를 설계하지 않았습니다.

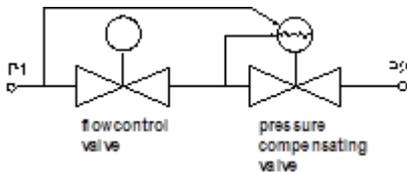
요구된 경우, 라인 내에 별개의 섷 오프 밸브 설치를 권장합니다. 또한 시스템 가압 동안 발생할 수도 있는 압력 서지를 피해야만 합니다. 다음 모델을 식별할 수도 있습니다:

#### 1.3.1 솔레노이드 밸브



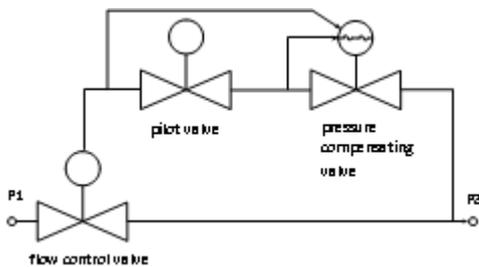
이 밸브는 (직접 조작할 수 있는) 표준 제어 밸브 여겨집니다. 일반적으로, 정상 상태에서, 솔레노이드 밸브는 닫혀 있습니다. 플런저는 코일 자기장에 의해 들어 올려집니다. 플런저 하의 오리피스는 직경을 최적화하기 위해 제거할 수 있습니다. 또한 정상 상태에서 개방된 솔레노이드 밸브를 사용할 수도 있습니다.

#### 1.3.2 vary-P 밸브



업스트림과 다운스트림 압력이 크게 변하는 프로세스 조건에 대해 VARY-P 를 설계하였습니다. 이 밸브는 두 밸브 (솔레노이드 조작 제어 밸브 및 고정 조절 압력 보상 밸브)로 구성됩니다.

#### 1.3.3 파일럿 구동 밸브



높은 유동률에 대해 파일럿 구동 밸브를 설계하였습니다. 솔레노이드 구동 제어 밸브는 피스톤 상의 압력 차이를 제어하여 메인 플런저를 들어올립니다.

#### 1.3.4 벨로 밸브

이는 직접 구동의 저전력 솔레노이드 구동 제어 밸브 형식입니다. 금속 벨로를 포함한 특별한 설계를 통해 상대적으로 큰 오리피스 개구부를 제어할 수 있습니다. 이러한 설계는 저압 또는 진공 응용에 적합합니다.

## 1.4 Kv-값 계산

이 값 계산 방법은 제어 밸브의 메인 오리피스 Kv 값 결정에 사용됩니다.

### 1.4.1 가스용

밸브 상의 원하는  $\Delta p$  결정.

$\Delta p$  은 공급 압력의 최소 20% 또는 폐쇄 루프 시스템에 대해 루프 내 전체 압력 차이에 있어야만 합니다.

만일  $\Delta p$  가 공급 압력의 20% ~ 50%이라면, 다음 공식을 사용합니다:

$$K_v = \frac{\Phi_{vn}}{514} \sqrt{\frac{\rho_n \cdot T}{\Delta p \cdot p_2}}$$

undercritical

만일  $\Delta p$  가 공급 압력의 50% ~ 100%이라면, 다음 공식을 사용합니다:

$$K_v = \frac{\Phi_{vn}}{257 \cdot p_1} \sqrt{\rho_n \cdot T}$$

overcritical

단위:

- $\Phi_{vn}$  = 흐름 [mn<sup>3</sup>/h]
- $p_1$  = 공급 압력 [bara]
- $p_2$  = 하향 흐름 압력 [bara]
- $\Delta p$  = 압력 차이 ( $p_1 - p_2$ ) [bara]
- $T$  = 온도 [K]
- $\rho_n$  = 밀도 [kg/mn<sup>3</sup>]

다음 수식을 통해 오리피스 직경을 결정할 수 있습니다:  $d = 7.6 \sqrt{K_v}$  [mm]

### 1.4.2 액체용

이 계산 방법은 제어 밸브의 메인 오리피스의  $K_v$ -값 결정에 사용할 수 있습니다.

$$K_v = \Phi_v \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p \cdot 1000}}$$

단위:

- $\Phi_v$  = 체적 유량 [m<sup>3</sup>/h]
- $\rho$  = 20°C 및 1 atm 에서의 밀도 [kg/m<sup>3</sup>]
- $\Delta p$  = 델타 p [bard]

오리피스 구멍 직경은 다음 수식을 통해 결정할 수 있습니다:

$$d = 7.6 \sqrt{K_v} \text{ [mm]}$$

LFC 의 한 가지 형식에 대해서만, 정상적으로 닫힌 밸브를 사용할 수 있습니다. 다음 표에서 오리피스 직경을 계산하거나 살펴볼 수 있습니다.

직경 [mm]	Kv	정상적으로 닫힌 Δp 최대 [bard]
0,10	1,73 x 10-4	10
0,14	3,39 x 10-4	10
0,20	6,93 x 10-4	10
0,30	1,56 x 10-3	10
0,37	2,37 x 10-3	10
0,50	4,33 x 10-3	10
0,70	8,48 x 10-3	10
1,00	1,73 x 10-2	10

\* 점성률을 가진 액체용: 15 cP < μ < 100 cP. K<sub>v</sub> 값은 다음 수식에 따라 계산됩니다:

$$K_v = \Phi_v \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p \cdot 1000}} \cdot \sqrt{\mu}$$

단위:

- Φ<sub>v</sub> = 체적 유량 [m<sup>3</sup>/h]
- ρ = 20°C 및 1 atm 에서의 밀도. [kg/m<sup>3</sup>]
- Δp = 델타 p [bard]
- μ = 점성률 [cp]

최대 가능 점도를 공장에서 적용함

### 1.4.3 최대 압력 강하

작은 오리피스를 가진 (파일럿) 솔레노이드 구동 조절 밸브에 대해 가스의 최대 허용 압력 강하는 다음 표를 기준으로 합니다.

직경 [mm]	Kv	정상적으로 닫힌 Δp 최대 [bard]	정상적으로 열린 Δp 최대 [bard]
0,05	4,33 x 10-5	40	30
0,07	8,48 x 10-5	30	20
0,10	1,73 x 10-4	30	20
0,14	3,39 x 10-4	30	20
0,20	6,93 x 10-4	30	20
0,30	1,56 x 10-3	30	20
0,37	2,37 x 10-3	30	20
0,50	4,33 x 10-3	30	20
0,70	8,48 x 10-3	24	15
1,00	1,73 x 10-2	12	8
1,30	2,93 x 10-2	8	5
1,50	3,90 x 10-2	6	n.a.
1,70	5,00 x 10-2	5	n.a.
2,00	6,63 x 10-2	3,6	n.a.

파일럿 구동 밸브에 대해, 최대 압력 강하는 20 bard 로 제한됩니다. 시동 동안 압력 강하가 더 높아진다면, 바이패스 밸브 설치를 권장합니다. 시동 동안, 이 밸브는 열린 상태에 있어야만 합니다. 또한 최소 압력 강하가 제한됩니다. 정확한 수치에 대해서는 공장에 자문을 구하거나 영업 사무소 제공 기술 데이터 및/또는 추가 지침에 따라 작업을 진행해 주십시오.

### 1.5 센서 및 종류 장치

흐름 장치는 가스 흐름 미터 또는 컨트롤러의 전체 흐름을 결정에 사용됩니다. 액체 흐름 센서 CTA-기반 센서 및 압력 센서에 흐름 장치가 필요 없음을 기억해야 합니다. 각각의 적용에 따라, 흐름 센서는 다른 종류 장치를 요구하는 다른 제거 가능한 모세관을 가집니다. 1250 l<sub>n</sub>/min 이상의 유동률에 대해, 주 흐름 장치의 이상적이지 않은 전달 함수를 보상하기 위해 모세관/흐름 장치 배열과 연계하여 메인 종류 장치를 사용합니다.

일반적으로, 3 가지 형식의 모세관 튜브를 사용할 수 있습니다:

#### - 작은 구멍 (C-형식)

이 센서 형식에 다음 사항을 적용합니다:

- 센서는 대략 35mbar의 압력 강하를 보입니다.
- 종류 장치는 정교하게 식각된 흐름 채널을 가진 디스크 스택으로 구성됩니다. 각 흐름 채널은 35 mbar delta-P에서 대략 10 ml<sub>n</sub>/min 공기 흐름을 나타냅니다.
- 센서는 100 bar (M-type) 이상의 압력 정격을 가진 모든 기기 내에 금속 싨과 함께 장착됩니다.
- 이들 센서를 가진 일반 기기는 낮은 조작 압력에서 수직 위치 뿐만 아니라 수평으로 탑재할 수 있습니다. 높은 압력 (>10 bar)에서는 수평 위치에 기기를 탑재해야만 합니다.
- EL-Flow, EL-press 금속 싨 시리즈는 금속 싨을 가진 센서와 함께 장착됩니다.

#### - 큰 구멍 (D-형식)

이 센서 형식에 다음 사항을 적용합니다:

- 센서는 저압 적용의 반응 기체를 위해 주로 사용됩니다.
- 압력 강하는 0.5 mbar입니다.
- 종류 장치는 환형 관 메인 채널과 함께 구성됩니다. 환형 관 체적은 기기 유량 계수를 결정합니다.
- 기기는 항상 수평 위치로 탑재되어야만 합니다.

#### - 중간 구멍 (E-형식)

이 센서 형식은 "EL-FLOW 시리즈"에서 사용되며 "low deltaP series"의 유동 영역을 증가시키기 위해 사용됩니다. 다음 경우에 한하여, D 형식 센서에 대해서도 동일 적용됩니다:

- 대략 2.5 mbar의 압력 강하

## 1.6 변환 계수

### 1.6.1 가스 변환 계수 (바이패스 측정)

신호와 질량 사이의 관계성 결정을 위한 일반 공식은 다음과 같습니다:

$$V_{\text{signal}} = K \cdot c_p \cdot \Phi_m = K \cdot c_p \cdot \rho \cdot \Phi_v$$

여기서:

$V_{\text{signal}}$	= 출력 신호
$K$	= 상수
$\rho$	= 밀도
$c_p$	= 특정 열
$\Phi_m$	= 질량 흐름
$\Phi_v$	= 체적 유량

가스의  $c_p$  값과 밀도 변화가 일어나는 순간, 신호를 교정해야만 합니다. 변환 계수  $C$  는 다음과 같습니다:

$$C = \frac{c_{p1} \cdot \rho_1}{c_{p2} \cdot \rho_2}$$

여기서:

$c_p$	= 특정 열
$\rho_n$	= 정상 조건에서의 밀도

- (1) 교정된 가스
- (2) 측정된 가스

**메모:**

요구된 온도보다 더 높은 대략 50°C 의 온도에서 변환 계수 계산을 위해 사용된  $c_p$  값을 구해야만 합니다.

이 인자는  $c_{p, \text{cal}}$  이라 언급됩니다.

정상 조건에서  $N_2$  에 관련된 공통 사용 가스를 위한 변환 계수는 부록 1 에 제시된 가스 변환 내에서 언급됩니다.

**예제:**

$N_2$  (200 ml<sub>n</sub>/min) 상의 교정된 유량계.

유량계를 통과하는 가스 흐름  $CO_2$ .

80.0%의 출력 신호 측정치.

$$\text{Actual } CO_2 \text{ flow} = 80.0 \cdot \frac{0.74}{1.00} = 59.2\%$$

$$\text{so } \frac{59.2}{100} \cdot 200 = 118.4 \text{ ml}_n/\text{min}$$

\*  $n$  은 정상 조건을 의미합니다.

정상 조건에서, 체적은 0°C 온도 및 1 atm 또는 1013,25 mbar (760 Torr)의 압력에서 변환됩니다.

**메모:**

항상 조작 조건 하의 교열을 수행하여 최선의 정확성을 얻을 수 있습니다. 최선의 정확성을 얻을 수 없거나 실제적으로 적용할 수 없다면, 이론적 변환 계수 사용은 계측된 가스가 통과하는 기기의 유동률을 결정하는 수단이지만 부정확성을 고려해야 합니다.

나열된 변환 계수의 근사적 정확성은 다음과 같습니다:

전형적 변환 계수;                    > 1 2% x 인자  
    < 1 2% / 인자

하지만 인자의 부정확성 역시 점도, 압력 및 온도에 의존하기 때문에, 특정 열, 밀도 및 점성이 크게 변할 수 있는 가스/액체 상태에 있는 가스에 대해 각별히 주의를 기울여야 합니다. 더욱 세부적인 정보를 위해 공장에 연락을 취해 주십시오.

가스 혼합을 위한 양호한 접근법은 다음의 간략한 수식으로 표현할 수 있습니다:

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

$C_{\text{mix}}$  = 가스 혼합물을 위한 변환 계수  
 $C_n$  = 가스 n 을 위한 변환 계수  
 $V_n$  = 혼합물 내의 가스 n 의 체적 부분

**예제 가스 혼합물은 다음을 포함합니다:**

- (1) 10% N<sub>2</sub> C<sub>1</sub> = 1,00
- (2) 30% Ar C<sub>2</sub> = 1,40
- (3) 50% CH<sub>4</sub> C<sub>3</sub> = 0,76
- (4) 10% He C<sub>4</sub> = 1,41

$$\frac{1}{C_{\text{mix}}} = \frac{0,10}{1,00} + \frac{0,30}{1,40} + \frac{0,50}{0,76} + \frac{0,10}{1,41} = 1,043$$

$$C_{\text{mix}} = 0,959$$

최초 가스 유량계가 500 ml<sub>n</sub>/min N<sub>2</sub> 상에 교열될 때, 100%는 다음을 의미합니다:

$$500 \cdot \frac{0,959}{1,00} = 480 \text{ ml}_n/\text{min mixture.}$$

최초 가스 유량계가 500 ml<sub>n</sub>/min Argon 상에 교열될 때, 100%는 다음을 의미합니다:

$$500 \cdot \frac{0,959}{1,40} = 343 \text{ ml}_n/\text{min gas mixture.}$$

## 1.6.2 가스 변환 계수 (CTA 기반 직접 질량 흐름 측정)

CTA 기반 가스 흐름 센서에 대해, 신호와 질량 흐름 사이의 일반적 관계성은 다음과 같습니다:

$$S_{\text{signal}} \cong S_0 + K \cdot \Phi_m^n$$

여기서:

- $S_{\text{signal}}$  = 출력 신호
- $S_0$  = 오프 셋 (제로 흐름) 신호
- $K$  = 상수 인자 ( $\lambda$  - 열 전도도,  $C_p$  - 특정 열,  $\mu$  - 점성률 및  $\rho$  - 가스 밀도를 포함함)
- $\Phi_m$  = 질량 흐름
- $n$  = 무차원 상수 (일반적으로 0.5 차수)

(액체 속성에 의존하는) 오프 셋 신호 및 신호 및 질량 흐름 사이의 비선형 관계성에 기인하여, 기구의 전체 유동 영역을 수용하는 맞춤형 유체를 위한 단일 변환 계수를 얻을 수 없습니다. 하지만 복잡하고 부분적으로 경험적 변환 모델은 대부분의 공통 가스에 대해 이용할 수 있으며, 이는 낮은 유동 영역 및 높은 유동 영역 둘 모두에서 정확합니다. 적용을 위해서는 Bronkhorst High-Tech B.V.에 연락을 취해 주십시오.

각 기구를 위한 공칭 유동 영역에서, 양호한 근사는 소위 "CFDirect" 변환 방법을 사용하며, 이는 FLUIDAT 소프트웨어와 함께 제공됩니다. 최선의 최적의 변환 인자에 대해서는 FLUIDAT 에 자문을 구해 주십시오.

## 1.6.3 액체 변환 계수

### 1) $\mu$ -FLOW 모델

신호 및 질량 흐름 사이의 관계성을 결정하기 위한 일반적 수식은 다음과 같습니다:

$$V_{\text{signal}} = k \cdot c_p \cdot \Phi_m$$

여기서:

- $V_{\text{signal}}$  = 출력 신호
- $k$  = 교열 상수
- $c_p$  = 유체의 일정 압력에서의 열 용량
- $\Phi_m$  = 질량 흐름

교열된 액체 상에서 액체 유동 미터를 사용하지 않은 경우, 변환 계수를 사용해야만 합니다. 변환 계수는 다음과 같습니다:

$$\Phi_{m_2} = C_f \cdot \Phi_{m_1}$$

$$C_f = \frac{c_{p1}}{c_{p2}}$$

여기서:

- $c_{p1}$  = 교열 액체의 열 용량
- $c_{p2}$  = 새로운 액체의 열 용량

이 공식 적용을 위해, Bronkhorst High-Tech B.V 에 자문을 구해 주십시오.

## 2) CTA 기반 유체 유동 시리즈 L10/L20

CTA 기반 유체 유동 질량 흐름 센서 L10/L20 에 대해, 액체 질량 흐름 및 선형 출력 신호 사이의 전달 함수는 다음 수식으로 개략적으로 기술됩니다:

$$V_{signal} \cong K \cdot c_p \cdot \lambda^2 \cdot \Phi_m$$

$V_{signal}$  = 출력 신호

$K$  = 교열 상수

$c_p$  = 특정 열

$\lambda$  = 열 전도 계수

$\Phi_m$  = 질량 흐름

교열된 액체 (참조 유체)가 아닌 또 다른 유체 (맞춤형 유체) 상에서 유체 유동 미터를 사용하는 경우, 변환 계수를 사용해야만 합니다. 변환 계수 CF 는 다음 수식을 통해 개략적으로 계산할 수 있습니다:

$$CF \cong \frac{(c_p \lambda^2)_{REFERENCE-FLUID}}{(c_p \lambda^2)_{CUSTOM FLUID}}$$

이 방정식을 적용하려면 Bronkhorst High-Tech BV 에 문의 하십시오.

## 1.6.4 변환 계수 결정을 위한 소프트웨어

Bronkhorst High-Tech B.V.는 FLUIDAT 라 불리는 데이터베이스 내의 600 가지 이상의 액체에 대한 물리적 속성을 수집하였습니다.

Net (FOTN) 상의 FLUIDAT 과 같은 응용 소프트웨어를 통해 사용자는 (변환 표 App1 에 제시된 것처럼) 20°C/1 atm 에서 뿐만 아니라 특정 온도/압력 조합에서 정확한 변환 계수를 계산할 수 있습니다.

소프트웨어에 대한 상세 내용을 위해서는 배급자에게 연락을 취해주시십시오.

## 2 설치

### 2.1 장비 수령

선적 동안 발생한 외부 포장 손상을 점검해 주십시오. 포장 상자가 손상된 경우, (요구된 경우) 법적 책임에 관하여 지역 운송업자에게 즉시 통지해야만 합니다. 동시에, 다음 주소로 보고서를 제출해 주십시오:

BRONKHORST HIGH-TECH B.V.  
RUURLO HOLLAND

가능한 경우, 배급자에게 연락을 취해 주십시오.

포장 목록을 담고 있는 봉투를 제거해 주십시오. 포장 상자로부터 장비를 주의하여 제거해 주십시오.

포장 자재와 함께 예비 부품 또는 교체 부품을 보관해 주시고 손상 또는 손실된 부품에 대해 내용물을 검사해 주십시오.

### 2.2 반품

자재를 반품할 때, 항상 문제를 기술해 주시고, 가능한 경우, 커버레터에 수행한 작업을 기입해 주십시오.

기기를 사용하여 독성 또는 위험 유체를 계측한 경우, 반드시 공장에 통지해 주십시오!

이것은 공장에서 정비 안전 요원에 의한 충분한 예방 조치를 가능하게 합니다. 포장에 적절한 주의를 기울여 주십시오 (가능한 경우, 최초 포장 상자, 플라스틱 씰 기구 등을 사용해 주십시오).

오염된 기구는 '오염 형식에 관한 선언서' 전체를 작성하여 발송되어야만 하며, 선언서가 없는 오염된 기구는 접수하지 않습니다.

메모:

기구를 독성 또는 위험 유체와 함께 사용하는 경우, 고객은 기구를 사전 환기해야만 합니다.

중요 사항:

포장 상단위에 Bronkhorst High-Tech B.V.의 통관 수속 번호(예시 NL801989978B01)를 명기해 주시거나 귀하의 지역 배급자에게 연락처하여 주십시오.

### 2.3 서비스

장비가 적절히 서비스되지 않은 경우, 심각한 인명 피해 및/또는 손상이 발생할 수 있습니다. 따라서 훈련 받은 자격을 갖춘 직원에 의해 서비스되는 것이 중요합니다. Bronkhorst High-Tech B.V.는 상시 가용한 훈련 받은 직원을 보유하고 있습니다.

## 2.4 탑재

탑재 위치는 기구 형식에 의존합니다. 유량계에 대해, 선호된 위치는 수평이기 때문에, 고압에서 모든 계기를 수평으로 탑재해야만 합니다. 기계적 진동 및/또는 열 소스에 너무 근접하여 설치해서는 안 됩니다.

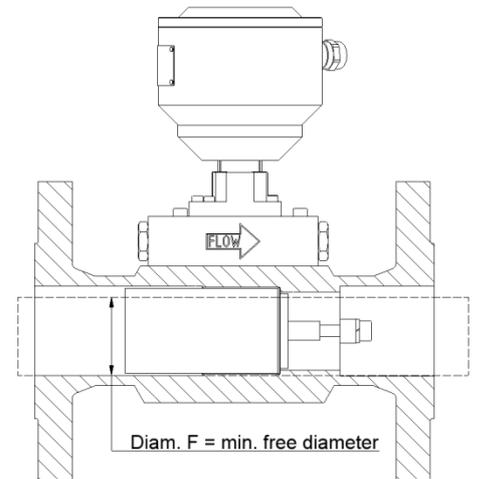
치수도면에 표시된대로 계측기 바닥의 나사선에 볼트를 체결하여 장착해주시요. 최소 강도 등급 70(포함되지 않음)인 스테인레스 스틸볼트와 사용하십시오. 권장 토크 값은 아래 표를 참조하십시오.

강도 등급 70 인 스테인레스 스틸 볼트의 권장 토크(Nm)						
볼트사이즈	M4	M5	M6	M8	M10	M12
토크 [Nm]	2.0	4.1	7.0	17.0	33.0	57.0

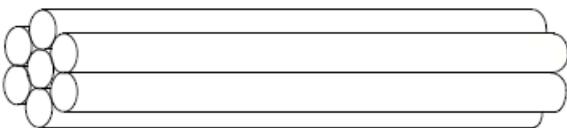
탑재를 위해, F-106/F-107 시리즈는 다음 규칙을 따릅니다:

직선 배관 길이 요구사항 (직경 F)	직경 F	
	업 스트림	다운 스트림
유량계 앞의 하나의 90°	10	4
유량계 앞의 두 개의 90°	13	4
두 플랜트 내의 두 개의 90° 절곡	20	4
세 플랜트 내의 세 개의 90° 절곡	30	4
유량계 앞의 감소	10	4
유량계 앞의 확장	20	4
압력 감소 밸브/제어 밸브/ 계량이 앞의 부분적으로 닫힌 밸브	30	4

추가 정보를 위해서는 축적 도면을 참조해 주십시오.



일반적으로, 유량 정류 장치는 유량계 자유 길이 상에 약간의 영향을 미칩니다. 튜브 내에 배치된 병렬 튜브 번들로서 유량 정류 장치를 묘사할 수 있습니다.



일반적으로, 유량 정류 장치는 유량계의 최소 6 à 8 D 업 스트림에 배치되어야만 합니다. 일반적으로, 불균일 제어 밸브 및 커브 제어를 위해 유량 정류 장치를 사용해야 합니다.

자유 길이를 위한 방안 수립 이후, 흐름은 충격 및 진동 없이 안정화되어야 합니다.

## 2.5 인-라인 필터

측정된 유체에 먼지, 오일, 습기 및 기타 입자가 없을지라도 유량계/제어기의 인-라인 업스트림 설치를 권장하며, 역류가 일어난 경우 다운 스트림을 권장합니다. 필터에 의해 야기된 압력 강하를 인식해야 합니다.

일부 기기의 흡입구 상에, 이물질 유입을 방지하고 양호한 흐름 형식을 유지하기 위한 스크린을 배치해야 합니다. 이 장치는 필터 요소로서 간주할 수 없습니다. 추가 정보를 위해서는 배급자에게 연락을 취해 주십시오.

## 2.6 유체 연결

Bronkhorst High-Tech B.V. 유량계/컨트롤러에 압축 방식 또는 전면 씰 피팅을 부착해야 합니다. 대부분의 기구에 대해 이들 피팅은 기구 씰 처리하기 위한 탄성 중합체 O-링과 연계하여 사용되는 BSP 병렬 스레드 형식입니다. 몇몇 기구에 대해 이들 피팅은 몸체에 환상으로 용접되어야 합니다. 압축 형식 유밀 설치를 위해 피팅 몸체 내의 솔더에 튜브를 삽입해야 하며 먼지 또는 오물이 튜브, 페를 또는 피팅에 존재해서는 안 됩니다. 손가락으로 너트를 조여 주십시오. 기구를 잡고 있는 한편, 너트를 한 바퀴 조입니다. 적용 가능한 경우, 피팅 공급자의 지침을 따라 주십시오.

요청 시, 특별한 형식의 피팅을 이용할 수 있습니다.

또한, 플런저는 서로 잘 들어 맞아야 하며 튜브 내에 씰을 끼워 넣지 않을 수도 있습니다.

**\* 메모:** 유체 압력을 적용하기 전에, (특히, 독성, 폭발성 또는 기타 위험 액체를 사용하는 경우) 항상 누출에 대해 시스템을 점검해 주십시오.

## 2.7 배관

**배관은 반드시 청결하게 유지해야 합니다!**

흡입구 제트 흐름이 정확성에 영향을 미치기 때문에, 높은 유동률에 대해 작은 직경의 배관을 사용해서는 안 됩니다.

흡입구 및 배출구 상에 (특히, 높은 유동률) 직접 급격한 각도의 배관을 설치해서는 안 됩니다. 각도와 기구 사이에 배관 직경의 10 배 거리를 둬야 권장합니다.

가스 흐름 유량계/컨트롤러 흡입구에 직접 압력 조절기가 아닌 수 미터 떨어져 (최소 25D) 배관을 설치합니다. 높은 유동률에서 흐름 컨트롤러에 각별한 주의를 기울여 주십시오. 다음 공식에 따라 계산된 체적에 대해 업 스트림 및 다운 스트림 버퍼가 필요합니다:

$$V \geq \frac{0,15 d^2}{\sqrt{\rho}}$$

여기서:

- V = 리터 단위의 체적
- d = mm 단위의 오리피스 직경
- $\rho$  = 정상 조건에서의 밀도
- d =  $7,6 \sqrt{k_v}$

**예제:**

500 l<sub>n</sub>/min 공기 및 오리피스 직경 d = 4 mm 에서의 흐름 컨트롤러는 다음 버퍼 체적의 안전한 제어를 위해 필요하다:

$$V \geq 0,15 \cdot 4^2 : \sqrt{1,29} = 2,1 \text{ 리터}$$

또한 압력 조절기 용량은 흐름 컨트롤러의 최소 2 배이어야만 한다. 따라서 아래와 같습니다:

$$2 \cdot 500 = 1,000 \text{ l}_n/\text{min.}$$

## 2.8 전기 연결

Bronkhorst High-Tech B.V.는 표준 케이블 사용을 권장합니다. 케이블은 올바른 플런저를 가지고 있어야 하며, 미진한 종단 처리의 경우, 잘못된 연결을 방지하기 위해 표기해야 합니다.

연결 도면은 본 메뉴얼 후반에 포함되어 있습니다.

IP 등급을 준수하기 위해, 플런저 제작사 조립 지침을 반드시 따라야 합니다.

전기 연결은 표준 케이블 또는 적용 가능한 연결 다이어그램에 따라 이루어져야합니다. 공장에서 설치된 8 DIN 와 M12(옵셔널) 커넥터의 연결은 계측기의 흑업도표에 표시되어 있습니다. 전원 공급 장치가 장비 레이블에 표시된 경적 전력에 적합하고 이중 또는 강화된 절연이 전원 공급 장치에 사용되는지 확인하십시오.

적용 가능한 IN-FLOW 전기 배선도는 홈페이지 <http://www.bronkhorst.com/en/downloads> 를 참조하십시오. IN-FLOW 는 +15...+24 Vdc 로 전원이 공급됩니다.

서로 다른 두가지 전원( 예: 버스 연결 및 플러그인 전원 공급장치(PiPS))을 동시에 연결하지 마십시오. PC보드 퓨즈가 날아갈수 있으며 고장을 일으킵니다.

IP 등급을 준수하려면 커넥터 제조업체의 조립 지침을 따라야 합니다. 장비 커넥터에 8 DIN / M12 케이블 커넥터를 잠 그려면 나사링을 손가락으로 조일수 있을때까지 (약 50 cNm) 조여줍니다.

이 계기에는 정전기 방전에 의한 손상을 받기 쉬운 전자 부품이 있습니다. 설치, 제거 및 전자 장치 연결시 반드시 적절한 취급 절차를 숙지해야합니다.

설명서와 같이 이 장비는 CE 인증마크와 EMC 요구사항을 준수합니다. 그러나 적절한 케이블 및 커넥터 / 그랜드 어셈블리를 사용하지 않으면 EMC요구사항을 준수 할 수 없습니다.

Bronkhorst는 표준 케이블 사용을 권장합니다. 이 케이블에는 올바른 커넥터가 달려 있으며, 마감처리가 되어 있다면 잘못 연결되는 것을 예방 할 수 있습니다. 다른 케이블을 사용할 때 케이블 와이어의 두께는 공급 전류를 전달하기에 충분해야하며 전압손실은 가능한 낮게 유지되어야 합니다. 이 시스템을 다른 장치(예: PLC)에 연결할 때 반드시 접지가 되어야 합니다.

### 2.8.1 공급원과의 연결 해제

Bronkhorst는 최종 애플리케이션에 회로 차단기 또는 스위치를 설치하도록 권장합니다

## 2.9 주의

**고객이 규정한 프로세스 조건의 작업 압력 (최소 8bar)의 최소 1.5 배에서 각 유량계/컨트롤러 압력을 시험합니다.**

압력 유량계/컨트롤러용. 시험 압력은 압력 변환기 범위에 의존합니다.

일반적으로,

1bar 에서 2bar 범위에 대해 2 x F.S. 값

200bar 까지의 범위에 대해 1.5 x F.S. 값

400bar 까지의 범위에 대해 1.25 x F.S. 값

시험된 압력은 붉은 색 스티커를 사용하여 흐름 유량계/컨트롤러 상에 기입해야 합니다. 설치에 앞서 시험 압력을 점검해 주십시오.

스티커가 가용하지 않거나 시험 압력이 부정확하다면, 프로세스 내에 기기를 탑재하지 말고 공장으로 반품해야만 합니다.

각 기기는 최소  $2 \cdot 10^{-9}$  mbar l/s Helium 에서 헬륨 누출 시험됩니다.

## 2.10 공급 압력

전기 연결이 이루어질 때까지 압력을 가하지 말아 주십시오. 시스템에 압력을 인가할 때, 시스템 내의 압력 충격을 피하고 (특히, 피스톤 조작 제어 밸브를 포함하는 고압 유닛에 대해) 점진적으로 압력을 증가시켜 주십시오.

## 2.11 정화 시스템

폭발성 가스를 사용하는 경우, 최소 30 분 동안 질소, 아르곤 및 기타와 같은 건조된 불활성 가스 정화 프로세스를 수행해야 합니다.

부식성 또는 반응성 유체를 가진 시스템에서, 튜브가 공기에 누출된 경우, 불활성 가스 유입이 산소 또는 습한 공기와의 화학적 반응을 통해 시스템을 막히게 하거나 부식을 일으키는 경향이 있기 때문에, 불활성 가스 정화가 절대적으로 필요합니다.

또한 전체 정화를 위해서는 시스템이 공기에 노출되기 전에 유체를 제거할 필요가 있습니다. 이들 부식성 유체와 작업할 때, 시스템 공기 노출을 권장하지 않습니다.

## 2.12 씰

Bronkhorst High-Tech B.V.는 신뢰성 있는 무수한 소스로부터 자재 호환성 차트를 수집하였지만 단지 일반 지침을 위해서만 사용됩니다. 실제 조작 조건은 본 지침의 정확성과 상당히 다를 수 있습니다. 따라서 당사는 본 지침 사용으로부터 누적된 손상에 대한 책임은 없습니다. 고객 응용은 특정 설계 또는 최적의 신뢰성을 위한 시험 평가를 요구합니다. 따라서 O-링, 플런저 및 모세관 패킹 누르개와 같은 씰이 프로세스에 적절한가를 확인해 주십시오.

## 2.13 장비 보관

장비는 벽장 또는 그와 유사한 최초 포장 내에 보관되어야만 합니다. 과도한 온도 및 습도에 장비가 노출되지 않도록 주의를 기울여 주십시오.

## 2.14 전자기 호환성

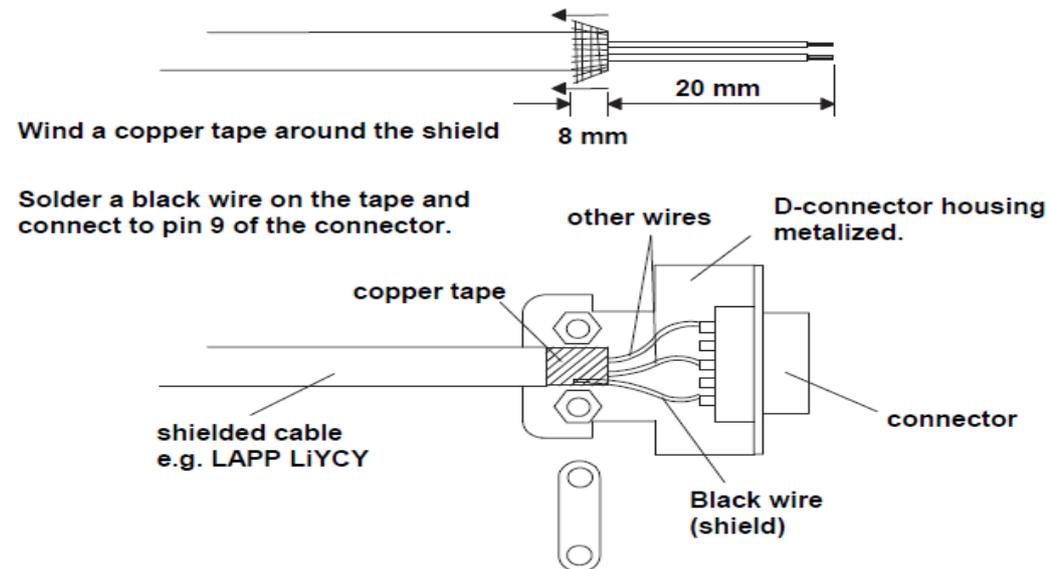
### 2.14.1 EMC 요구사항과 호환되는 조건

본 메뉴얼에 기술된 모든 기기는 CE-마크 등록되어 있습니다. 따라서, 이들 기기에 유효한 EMC 요구사항을 따를 필요가 있습니다. 하지만 적절한 케이블 및 플런저/눌림쇠 조립품을 사용하지 않고 EMC 요구사항을 따르는 것은 불가능합니다.

Bronkhorst High-Tech B.V.은 적절한 표준 케이블을 제공하지만, 그렇지 않은 경우, 아래 언급된 지침을 따라 주십시오.

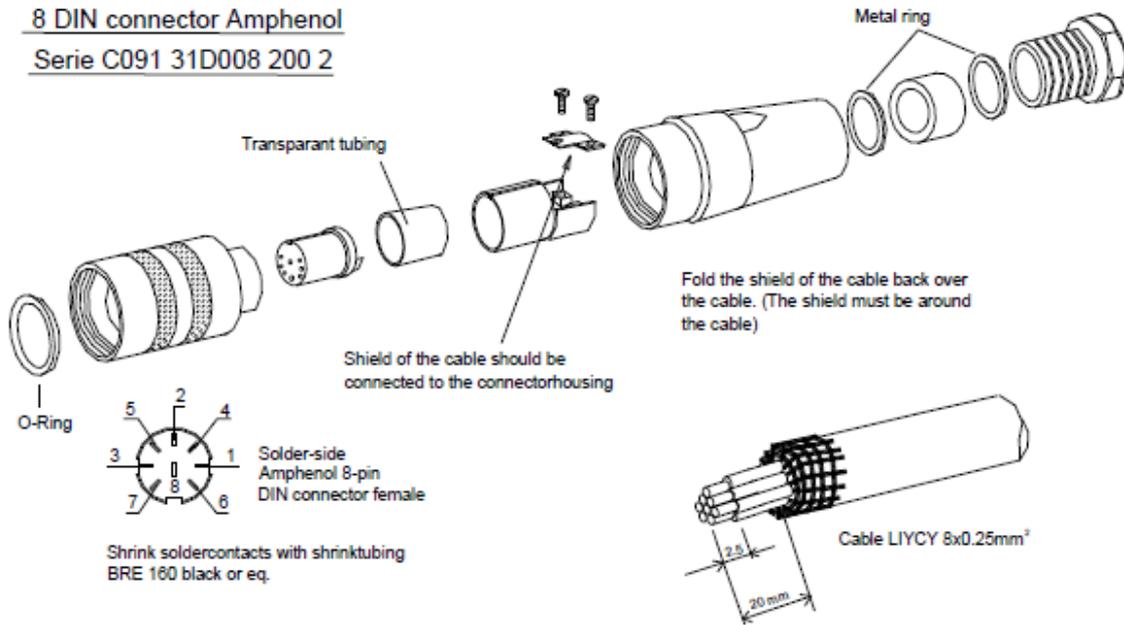
#### D-플런저 조립품

**Fold the shield of the cable back over the cable (the shield must be around the cable).**

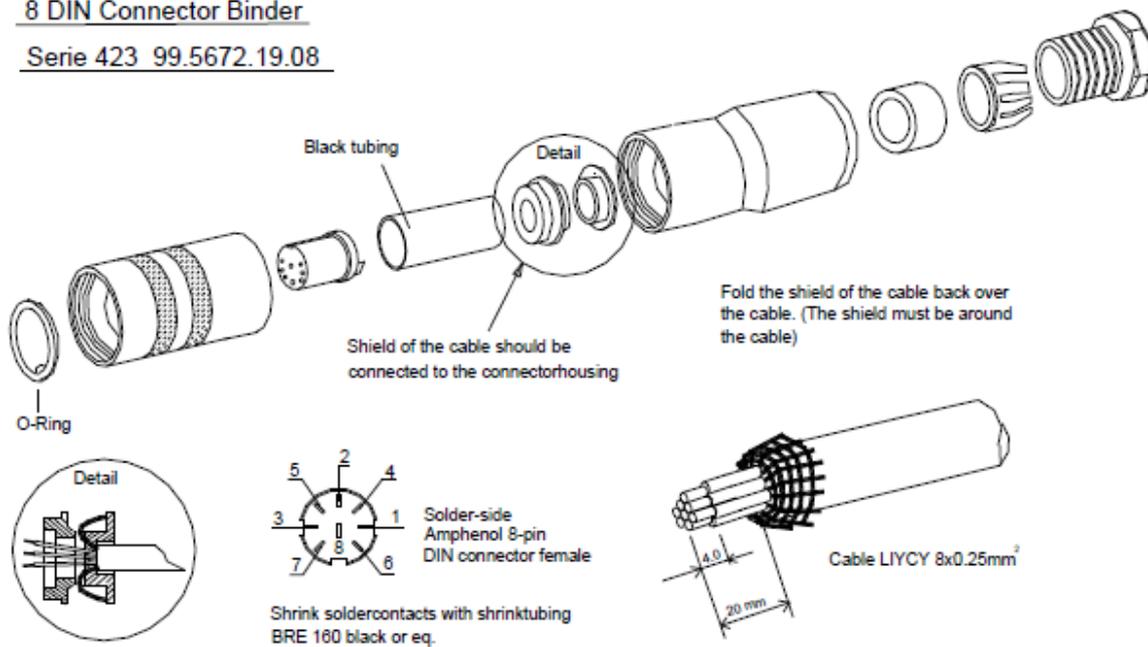


8DIN 플러저 조립품

8 DIN connector Amphenol  
Serie C091 31D008 200 2



8 DIN Connector Binder  
Serie 423 99.5672.19.08



메모:

1. 시스템을 기타 장치 (예를 들어, PLC)로 연결할 때, 차폐 무결성이 영향을 받지 않도록 해주십시오. 차폐되지 않은 터미널을 사용해서는 안 됩니다.
2. RJ45 플러저로 FLOW-BUS S(F)TP 데이터 (패치) 케이블 연결을 위해서는 공급자 지침을 따라 주십시오. 차폐된 꼬임 쌍선 케이블 및 차폐된 RJ45 모듈 잭 플러저 사용이 중요합니다.
3. PROFIBUS-DP 또는 DeviceNet 데이터 케이블 연결에 대해, 특정 필드 버스 시스템을 위한 케이블 공급자 지침을 따라 주십시오.

## 3 조작

### 3.1 일반 사항

Bronkhorst High-Tech B.V. 기기는 최선의 가능한 방식으로 사용자 프로세스 요구사항을 충족시키도록 설계되었습니다.

기본적으로, 모든 디지털 유량계/컨트롤러에 +15 Vdc ~ +24 Vdc 전원이 인가됩니다. 귀하 자신의 전원을 사용할 때, 전압 및 전류 정격 기기 사양 준수 여부 및 기기에 충분한 전원을 전달할 수 있는가를 확인해 주십시오.

케이블 와이어 직경은 전류 및 전압을 전달하고 손실을 최소화하기에 충분해야만 합니다. 의문이 있을 때는 공장에 자문을 구해 주십시오.

디지털 기기는 다음을 통해 조작할 수 있습니다:

1. 아날로그 인터페이스 (0...5Vdc/0...10Vdc/0...20mA/4...20mA)
2. RS232 인터페이스 (38400 Baud 상의 특별한 케이블을 사용하여 COM-포트로 연결됨)
3. FLOW-BUS
4. PROFIBUS-DP
5. DeviceNet
6. Modbus
7. EtherCAT
8. PROFINET

옵션 1 과 2 는 항상 multibus 기기 상에 나타납니다. 특정 가용한 fieldbus 로의 인터페이스는 옵션입니다. 아날로그 인터페이스, RS232 인터페이스 및 옵션 fieldbus 를 통한 조작을 동시에 수행할 수 있습니다.

"제어 모드"라 불리는 특별한 매개 변수는 컨트롤러가 어느 설정 지점을 듣고 있어야만 하는가를 나타냅니다: 아날로그 또는 디지털 (fieldbus 또는 RS232 를 통한). RS232 인터페이스는 FLOW-BUS 인터페이스처럼 동작합니다. 동시에 더 많은 인터페이스를 사용할 때, 문제 없이 동시 측정을 수행할 수 있습니다. 매개변수 값을 변경할 때, 인터페이스가 전달한 마지막 값이 유효합니다.

또한 몇몇 옵션의 수동 조작을 위해 마이크로 누름 버튼 스위치 및 기기 상단 LED 를 사용할 수 있습니다.

녹색 LED 는 기기가 어떤 모드에서 활성화 되었는가를 보여줍니다.

적색 LED 는 오류/경고 상황을 보여줍니다.

### 3.2 전원 및 예열

전원을 인가하기 전에, 기기가 배선 도면에 따라 모든 연결이 이루어졌는가를 점검해 주십시오. 기기에 압력을 가하기 전에 전원을 On 하고 압력 제거 후에 전원을 Off 할 것을 권장합니다.

유체 연결을 점검하고 누출이 없음을 확인해 주십시오. 필요한 경우, 적절한 유체를 사용하여 시스템을 환기해 주십시오. 가스 기기는 가스를 사용한 공기 배출만이 허용됩니다. 액체 기기는 목적에 따라 가스 또는 액체를 사용하여 공기를 배출할 수 있습니다.

전원을 On 하고 최소 30 분 동안 예열하고 안정화시킵니다. 전자적 부분이 없는 (단지 밸브) 경우, 예열은 필요하지 않습니다. 예열 기간 동안, 액체 압력은 On 또는 Off 상태를 가집니다.

### 3.3 영도

일반적으로, 각 기기의 영점은 공장에서 조절됩니다. 필요한 경우, 기기 영점을 다시 조절할 수 있습니다.

예열 후에, 가스 흐름은 없으면, 필요에 따라 기기 상단의 마이크로 푸시 버튼 스위치를 사용할 수 있습니다. 유량 컨트롤러의 경우지점은 0 이어야 합니다. 가스 흐름이 없는지 확인해 주십시오.

마이크로 누름 버튼 스위치를 사용한 자동 영점 절차 시작 방법에 관한 정보는 문서 번호 9.17.023의 수동 조작 메뉴얼을 참조해 주십시오.

FLOW-BUS 인터페이스 모듈에 연결된 판독 / 제어 장치 또는 PC 상의 소프트웨어 프로그램을 사용하여 FLOW-BUS를 통해 자동 제로 조정 절차를 시작 할 수도 있습니다.

자세한 내용은 해당 문서를 참조해 주십시오.

#### 시동

유체 공급을 조심하여 On 상태로 둡니다. 압력 쇼크를 피하면서 기기를 점진적으로 실제 조작 조건 수준으로 가져옵니다. 또한 유체 공급을 조심하여 Off 상태로 둡니다. 유체 제어 경우, 시스템으로부터 모든 트랩된 가스 방울을 제거해 주십시오. 가스 방울을 제거하기 위해 제어 밸브 상단의 퍼지 연결을 사용할 수 있습니다.

### 3.4 조작 조건

각 기기는 고객 프로세스 조건에 대해 교열되어 조절됩니다.

프로세스 조건이 지나치게 가변적인 경우, 밸브 내의 오리피스 제약 때문에, 컨트롤러 또는 밸브를 정확하게 조절할 수 없을 수도 있습니다.

유량계에 대해, 열 용량 및 점성과 같은 물리적 유체 속성이 프로세스 조건 변화에 따라 가변적인 경우, 성능 및 정확성은 크게 영향 받을 수도 있습니다.

### 3.5 기기 성능

#### 3.5.1 센서

시스템 전달 함수가 지수 형식의 곡선이라 가정할 때, 시간 상수는 다음과 같이 정의됩니다:

시간 상수 = 신호가 최종 출력 값의 63.2 %에 도달하는 시간. 대략 5 개의 시간 상수가 최종 값에 도달하는 시간입니다. 흐름 센서의 시간 상수는 기기 및 설정 형식에 의존합니다. 압력 센서는 수 밀리 초의 시간 상수를 가집니다. 하지만 실제 응답은 압력 유량계가 속한 시스템 공압 응답에 의해 결정됩니다.

#### 3.5.2 컨트롤러

컨트롤러 동적 응답은 공장에서 설정됩니다. 표준 정정 시간은 최초 설정 지점의  $\pm 2\%$  이내의 설정 지점 (및 설정 지점에 머무름)에 도달하는 시간으로 정의됩니다. 제어 모드는 단계 변경 후에 거의 오버 슈트 (overshoot)이 없는 방법으로 공장에서 설정됩니다.

#### 메모:

압력 제어 시스템은 제어 루프의 반응 행위를 폭 넓게 결정합니다. 시험 동안, 고객 시스템은 가능한 근접하여 시뮬레이션 됩니다. 하지만 몇몇 경우, 실제 조건 하에 최적의 수행을 위한 재조절이 필요합니다.

### 3.6 수동 조작

마이크로 누름 버튼 스위치의 수동 조작을 통해, 기기의 일부 중요 조치를 선택하고 시작할 수 있습니다. 이들 옵션은 아날로그 또는 BUS/디지털 조작 모드 내에서 이용할 수 있습니다 (문서 번호 9.17.023 내의 수동 조작을 참조할 것).

이들 기능들은:

- 리셋 (기기 펌웨어 프로그램 리셋)
- 자동 영점 조절 (센서 브릿지 내의 영점 이동 오프셋 제거)
- 공장 설정 복원 (설정의 의도적 변경의 경우)

FLOW-BUS 전용:

- FLOW-BUS 자동 설치 (자유 주소로 기기를 설치함)
- FLOW-BUS 원격 설치 (기기는 E-7000 또는 PC-소프트웨어에 의해 설치됨)

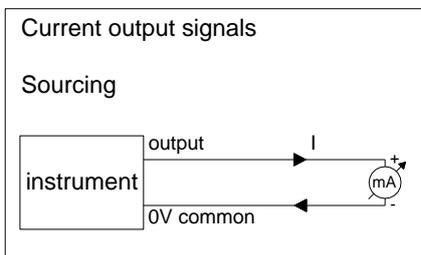
### 3.7 아날로그 조작

9-핀 하위-D 플런저 또는 8 DIN 플런저를 통해 아날로그 신호를 사용하여 디지털 기기를 조작할 수 있습니다. 본 기기는 아날로그 기기와의 사용 호환성이 있습니다.

아날로그 방식으로 조작된 기기는 9-핀 D-플런저 또는 8 DIN 플런저를 사용하여 8 권선 차폐 케이블을 사용하여 배선할 수 있으며, Bronkhorst High-Tech 표준에 따라 연결됩니다.

각각의 전기 P.C. 보드는 다음 출력 (및 상응하는 입력) 신호 중의 하나에 설정됩니다:

Signal code	output (sensor) signal	input (setpoint) signal
A	0...5 Vdc	0...5 Vdc
B	0...10 Vdc	0...10 Vdc
F	0...20 mA (sourcing)	0...20 mA (sinking)
G	4...20 mA (sourcing)	4...20 mA (sinking)



유량계 전용의 출력 신호를 이용할 수 있습니다.

아날로그 조작에서, 다음 변수가 가용합니다:

- 측정 값
- 설정 지점 (컨트롤러 전용)
- 밸브 전압 (컨트롤러 전용)

#### 메모:

아날로그 인터페이스를 통해 기기를 조작할 때, 매개변수 (예를 들어, 컨트롤러 응답 또는 기타 유체 선택)를 읽고/변경하기 위해 특정 지원된 fieldbus 시스템 (또는 특별한 케이블을 가진 RS232-인터페이스)에 기기를 연결할 수 있습니다.

기기의 FLOW-BUS 버전에서 RJ45 모듈 잭 플러그에 디지털 기기 계측/제어 모듈을 일시적으로 연결할 수 있습니다.

### 3.8 버스/디지털 조작

Fieldbus 통합 조작은 몇몇 기기의 시스템 구성을 위한 케이블 사용을 줄이며 사용자가 모니터링/변경할 매개변수가 늘어나게 합니다.

지침 문서를 참조해 주십시오: 더욱 세부 사항에 대해서는 조작 디지털 질량 흐름 / 압력 기기 (문서 번호 9.17.023)

Fieldbus 를 통한 조작은 (아날로그 조작에 비교하여) 기기에 많은 추가 기능을 더했습니다.

#### 아래와 같은 기능:

- 설정 지점 기울기 (유연한 조작을 위한 설정 지점의 램프 함수)
- 8가지 선택 가능한 유체 (높은 정확성의 교열 설정)
- 판독 정보 직접 측정/제어 모듈 또는 호스트 컴퓨터
- 시험 및 자가 진단
- 응답 경보 (설정 지점-측정| 너무 긴 시간에 너무 높음)
- 몇몇 제어/설정 지점 모드 (예를 들어, 환기/폐쇄 밸브)
- 무선 제어를 위한 마스터/슬레이브 모드 (FLOW-BUS 전용)
- 식별 (시리얼 번호, 모델 번호, 장치 형식, 사용자 태그)
- 조절 가능한 최소/최대 경보 리미트
- (배치) 카운터
- 제로로부터 개방될 때, 컨트롤러를 위한 조절 가능한 반응 시간
- 정상 제어를 위한 조절 가능한 반응 시간
- 안정된 제어를 위한 조절 가능한 반응 시간 (설정 지점-측정| < 2%)

#### 메모:

특별한 RS232 케이블은 기기 측에 1 개의 수 및 1 개의 암 서브-D 9 플런저/8 DIN 플런저 및 컴퓨터 측의 정상적인 암 서브-D 9 플런저를 가진 T-파트로 구성됩니다. 올바른 RS232 에 대해서는 배선 도면을 참조해 주십시오.

케이블을 통해 RS232 통신 제공이 가능하며 (아날로그) 서브-D 9 플런저 / 8 DIN 플런저를 통해 전원과 아날로그 인터페이스를 연결할 수 있습니다. RS232 통신은 보드 속도 38.4 KBaud 의 속도에서만 가능하며 다음의 경우 사용합니다:

- 특별한 프로그램을 사용한 새로운 펌웨어 업로딩 (훈련 받은 BHT 서비스 직원 전용)
- BHT-서비스 프로그램을 사용한 기구 서비스 (훈련 받은 BHT 서비스 직원 전용)
- FLOWDDE, FLOWB32.DLL 또는 RS232-ASCII 프로토콜을 사용하여 엔드 유저 기기를 조작함.

## 4 유지 관리

### 4.1 일반 사항

정상 사용에서, 유량계 또는 컨트롤러 상에 유지 관리가 필요 없습니다. 유닛을 깨끗하고 건조한 불활성 기체로 씻어 낼 수 있습니다.

추가 정보를 위해서는 공급자 또는 공장에 연락을 취해 주십시오.

### 4.2 가스 흐름 센서

범위 내의 특정 변경에 대해 층류 요소를 제거할 수 있는 방법으로 가스 흐름 센서를 제작합니다. 검수를 위해 층류 요소 또는 단지 변경 범위를 제거하지 않은 상태에서의 기기 해체는 권장되지 않습니다. 층류 요소를 교체한 후에, 유량계 재 교열의 필요는 없습니다. 층류 요소를 교체할 때, 적절한 교열 절차에 따라 진행해야 합니다. 모델 번호에 따라 별개로 층류 요소를 주문할 수 있습니다.

### 4.3 유체 유동 센서

사용자는 유체 유동 센서의 유동 영역을 변경할 수 없습니다. 센서는 기기의 통합 부분이며 기기로부터 제거할 수 없습니다. 경우에 따라, 기기 청소는 깨끗한 유체를 사용하여 씻어 낼 수 있습니다.

### 4.4 압력 센서

박막 금속 분리막이 매우 예민하기 때문에, 사용자의 압력 센서 분해를 권장하지 않습니다.

### 4.5 컨트롤러

제어 루프와 함께 조작되는 제어 밸브를 사용하여 모든 센서 형식을 조합할 수 있습니다. 제어 시스템은 별개의 유닛으로서 가용합니다: 센서 및 제어 밸브 또는 통합 유닛.

적용 가능한 경우, 유지 관리 절차는 "제어 밸브" 하에 기술 됩니다.

### 4.6 제어 밸브

제어 밸브는 셧 오프 및/또는 On-Off 응용으로 사용할 수 없습니다. 시스템 가압 또는 수축을 피해야 하기 때문에, 압력 서지가 발생할 수도 있습니다.

### 4.7 솔레노이드 밸브

직접 조작 제어 및 파일럿 밸브로 고려되며 청소 및 서비스를 위해 현장 내에서 해체할 수도 있습니다. 청소 용액 또는 초음파 수조를 사용하여 이 부품을 청소할 수 있습니다.

밸브 해체는 다음과 같이 진행된다:

- a) 기기 플런저 분리 (별도의 밸브가 필요 없음)
- b) 밸브 조립품 상단 육각 너트를 제공함
- c) 커버 (코일) 조립품을 들어 올림
- d) 플런저 나사 해체
- e) 베이스로부터 밸브 조립품을 주의하여 들어 올림
- f) 오리피스스를 위한 설정 나사를 풀고 오리피스스와 오리피스 홀더를 헐겁게 함
- g) 플런저 조립품을 제거함

부품을 청소하고 역순으로 주의하여 재조립합니다. 재조립에 앞서 O-링 교체를 권장합니다.

제어 밸브 재조립한 후에, 밸브 제어 특성 점검을 권장합니다. 별도의 가변 15 Vdc 전원을 사용하여 최선으로 수행할 수 있습니다.

다음과 같이 진행함:

- 밸브 리드를 분리하고 공급 소스를 연결함
- 작업 조건에 대한 가스 압력을 인가함
- 점진적으로 증가하는 전압을 통해 전력을 인가함
- 밸브는  $7 \text{ Vdc} \pm 3 \text{ Vdc}$ 에서 개방되어야만 함
- 전체 개방 위치는 대략  $9 \text{ Vdc} \pm 1.5 \text{ Vdc}$ 임

연급된 전압 레벨 내에서 밸브를 조작할 수 없다면, 절대 해체해서는 안되며, 오리피스를 적절한 위치에 조절해야만 합니다.

필요한 경우, 밸브 재조립 및 절차를 반복합니다.

#### 4.7.1 Vary-P 밸브

밸브의 업스트림 또는 다운스트림 또는 조합에 대해 극단적으로 변하는 프로세스 조건에 대처하도록 vary-P 밸브를 설계한다.  $\Delta p$  는 넓은 범위에 걸쳐 가변적일 수 있습니다. 기본 제어 밸브는 직접 조작되는 솔레노이드 제어 밸브이며, 관련 설계는 특허 하에 있습니다.

파일럿 밸브를 제외한 오리피스 선택 및 유지 관리에 대해서는 공장에 자문을 구해 주십시오.

#### 4.7.2 파일럿 구동 밸브

제어 밸브는 간접 제어 밸브이며, 솔레노이드 조작의 직접 제어에 의해 위치가 결정되는 스프링 하중 막/오리피스 시스템으로 구성되어 있습니다 (파일럿 밸브). 두 장치가 하나의 블록에 통합되어 있습니다.

기본적으로 "솔레노이드 밸브" 하에 규정된 바와 같이 해체와 동일한 절차를 따릅니다.

청소 목적을 위해 해체를 할 수 있습니다 (즉, 막 조립체 제거).

##### 메모:

압력 시험 시스템 파일럿 조작 제어 밸브를 통합할 때, 밸브 손상을 방지하기 위해 특별한 절차를 따라야만 합니다. 이러한 경우, 필히, 사전에 공장에 연락을 취해 주십시오.

#### 4.7.3 밸로 밸브

이 밸브는 저압 또는 진공 적용에 적합합니다. 사용자는 절대 이 모델을 해체해서는 안 됩니다.

Bronkhorst High-Tech 는 직립한 상태의 밸로 밸브 탑재를 적극 권장합니다.

### 4.8 교열 절차

모든 기구는 공장에서 교열됩니다. 재교열 또는 재배열을 위해서는 공급자 또는 공장에 연락을 취해 주십시오.

### 4.9 세척

기구 세척은 마른 천으로만 해야 합니다.

## 5 디지털 기기

상세 설명을 위해서는 문서 번호 9.17.023 을 참조해 주십시오.

이 문서는 Multibus 문서/소프트웨어 툴 CD 내의 PDF 파일로 포함되어 있습니다.

## 6 인터페이스 설명

가용한 인터페이스 설명을 위해, 문서 번호를 참조해주십시오:

FLOW-BUS 에 대해 9.17.024

PROFIBUS-DP 에 대해 9.17.025

DeviceNet 에 대해 9.17.026

RS232 에 대해 9.17.027

Modbus 에 대해 9.17.035

EtherCAT 에 대해 9.17.063

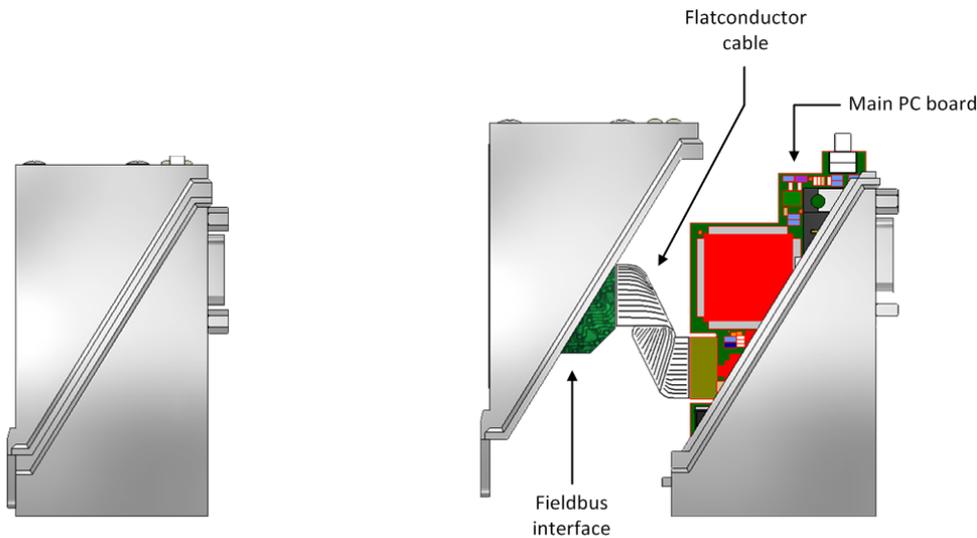
이 문서는 Multibus 문서/소프트웨어 툴 CD 내의 PDF 파일로 포함되어 있습니다.

## 7 문제 해결

### 7.1 일반 사항

유량계/압력 유량계 또는 컨트롤러의 적절한 조작의 정확한 분석을 위해, 프로세스 라인으로부터 유닛 제거 및 액체 공급 압력을 적용하지 않은 상태에서 검사를 권장합니다. 유닛 오염 상태는 압축 형식 커플링 및 가능한 경우, 유입구 측 플런저를 헹궈 한 상태에서 즉시 확인할 수 있습니다.

Bronkhorst High-Tech 는 하우징 개방을 권장하지 않지만, 하우징이 개방된 경우, fieldbus 및 메인 P.C. 보드 연결이 작고 고른 차폐 케이블로 구성되어 있기 때문에, 각별한 주의가 필요합니다.



기기 전원 인가 또는 전원 제거는 전자적 고장 여부를 나타냅니다. 이후, 유압은 동작 점검을 위해 적용됩니다.

누출이 의심되는 경우, 센서 또는 P.C. 보드 단락으로 이어질 수 있기 때문에 누출 감지를 위해 거품을 사용하지 말아주십시오.

## 7.2 문제 해결 일반 사항 요약

증상	가능한 원인	조치
출력 신호가 없음	전원이 인가되지 않음	1a) 전원 점검 1b) 케이블 연결 점검
	오래 지속된 단락 및/또는 고전압 최대 값에 기인하여 출력 단이 갈색으로 변함	1c) 공장에 반품
	공급 압력이 너무 높거나 유량계에 걸쳐 차동 압력이 너무 높음	1e) 밸브에 0...15Vdc 를 연결하고 공급 압력이 'On'될 때까지 전압을 느리게 증가시킴. 밸브는 $7V \pm 3V$ 에서 개방되어야만 한다. 개방되지 않은 경우, 부품을 청소하고 밸브를 조절한다 (전문 직업이 수행함)
	스크린-인 유입구 피팅이 차단됨	1f) 스크린 청소
	센서/모세관 고장	1g) 공장에 반품
최대 출력 신호	출력 단이 갈색으로 변함	2a) 공장에 반품
	센서/모세관 고장	2b) 공장에 반품
출력 신호가 설정 지점 신호 또는 원하는 흐름보다 훨씬 더 낮음	스크린 차단/오염	3a) 스크린 청소
	LFD 차단/오염 및/또는 유량계 상의 액체	3b) LFD 를 제거하고 청소함. 공기 또는 $N_2$ 를 사용하여 유량계를 건조시킴
	밸브 차단/오염	3c) 밸브 청소
	밸브 내부 손상 (플런저 내의 부풀어 오른 시트)	3d) 플런저 조립품 교체 및 밸브 조절 또는 공장에 반품
	부정확한 가스 형식 및/또는 압력/차동 압력을 사용함	3e) 설계된 조건에 따라 기기를 사용함
흐름이 점진적으로 증가함	C3H8, C4H10 및 기타와 같이 NH3 탄화수소와 함께 응축이 발생함	4a) 공급 압력 및/또는 측정된 열 가스를 감소시킴
	밸브 조절이 변경됨	4b) '1e'를 참조할 것
진동	압력/차동 압력이 너무 높음	5a) 저압
	압력 조절기와 MFC 사이의 배관이 너무 짧음	5b) 배관 업 스트림의 길이 또는 직경을 증가시킴
	압력 조절기가 진동함	5c) 압력 조절기를 교체하거나 '5b'를 수행함
	밸브 슬리브 또는 내부가 손상됨	5d) 손상 부품을 교체하고 밸브를 조절함. '1e'를 참조하거나 공장에 반품함
	컨트롤러 조절이 부정확함	5e) 컨트롤러 조절
제로 설정 지점에서의 작은 흐름	손상된 플런저 또는 오리피스 오물에 기인한 밸브 누출	6a) 플런저 조립품을 교체할 때, 오리피스를 청소함. '1e'를 참조함
	너무 높거나 너무 낮은 압력	6b) 정확한 압력 적용

메모: 기타 (더욱 특징적인) 문제에 대해서는 기타 문서 내의 문제 해결 부분을 참조해 주십시오.

## 부록 1

# 가스 변환 표

Doc. no.: 9.02.071

## 가스 변환 계수

번호. :	명칭:	기호	밀도 $\rho_n$ [g / l] 0°C, 1 atm.	열량* $c_p - cal$ [cal / g.K] 20°C, 1 atm.	변환 계수 20°C, 1 atm.
1	아세틸렌 (에틴)	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	1.172	0.438	0.61
2		Air	1.293	0.241	1.00
3	공기	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	1.832	0.392	0.43
4	알렌 (프로파디엔)	NH <sub>3</sub>	0.7693	0.524	0.77
5	암모니아	Ar	1.784	0.125	1.40
	아르곤				
6	아르신	AsH <sub>3</sub>	3.524	0.133	0.66
7		BCl <sub>3</sub>	5.227	0.136	0.44
8	삼염화 붕소	BF <sub>3</sub>	3.044	0.188	0.54
9	삼 불화 붕소	BrF <sub>5</sub>	7.803	0.156	0.26
10	브롬 펜타 플루오 라이드	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	2.504	0.405	0.31
	부타디엔 (1,3-)				
11	부탄	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2.705	0.457	0.25
12		C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	2.581	0.415	0.29
13	부텐 (1-)	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	2.503	0.387	0.32
14	부텐 (2-) (Cis) - can not find	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	2.503	0.421	0.30
15	부텐 (2-) (Trans) - can not find	COF <sub>2</sub>	2.983	0.194	0.54
	카보 닐 플루오 라이드				
16	카보 닐 설파이드	COS	2.724	0.175	0.65
17		CO <sub>2</sub>	1.977	0.213	0.74
18	이산화탄소	CS <sub>2</sub>	3.397	0.152	0.60
19	이황화 탄소	CO	1.25	0.249	1.00
20	일산화탄소	Cl <sub>2</sub>	3.218	0.118	0.82
	염소				
21	염소 트리 플루오 라이드	ClF <sub>3</sub>	4.125	0.188	0.40
22		C <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	2.376	0.275	0.48
23	시노아겐	ClCN	2.743	0.185	0.61
24	염소 시아노겐	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	1.919	0.374	0.43
25	사이클로 프로판	D <sub>2</sub>	0.1798	1.73	1.00
	중수소				
26	디보 란	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1.248	0.577	0.43
27		Br <sub>2</sub> CF <sub>2</sub>	9.361	0.17	0.20
28	디 브로 모디 플루오로 메탄	SiH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	4.506	0.17	0.41
29	디클로로 실란	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> NH	2.011	0.417	0.37
30	디메틸 아민	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	3.219	0.462	0.21
	디메틸 프로판 (2,2-)				
31	디 에틸 에테르	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	2.105	0.378	0.39
32		Si <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	2.857	0.352	0.31
33	디 실란	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1.355	0.468	0.49
34	에탄	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1.261	0.414	0.60
35	에틸렌(에텐)	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	1.965	0.303	0.52
	에틸렌 옥사이드				
36	메틸 아세틸렌(1-부 틴)	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	2.413	0.401	0.32
37		C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	2.878	0.263	0.41
38	에틸 염화물	F <sub>2</sub>	1.696	0.201	0.91
39	플루오르	CCl <sub>3</sub> F	6.129	0.145	0.35
40	프레온-11	C <sub>2</sub> Cl <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	8.36	0.174	0.21
	프레온-113				

41	프레온-1132A	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	2.889	0.244	0.44
42		C <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	7.626	0.177	0.23
43	프레온-114	C <sub>2</sub> ClF <sub>5</sub>	7.092	0.182	0.24
44	프레온-115	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	6.251	0.2	0.25
45	프레온-116	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	5.547	0.153	0.37
	프레온-12				
46	프레온-13	CClF <sub>3</sub>	4.72	0.165	0.40
47		CBrF <sub>3</sub>	6.768	0.12	0.38
48	프레온-13B1	CF <sub>4</sub>	3.946	0.18	0.44
49	프레온-14	CHCl <sub>2</sub> F	4.592	0.154	0.44
50	프레온-21	CHClF <sub>2</sub>	3.936	0.168	0.47
	프레온-22				
51	프레온-23	CHF <sub>3</sub>	3.156	0.191	0.52
52		C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	9.372	0.222	0.15
53	프레온-C318	GeH <sub>4</sub>	3.45	0.16	0.56
	저메인				

\*  $c_p - cal(T,p) = c_p(T + 50^\circ C, p)$

## 가스 변환 계수

번호. :	명칭:	기호	밀도 $\rho_n$ [g / l] 0°C, 1 atm.	열량* $c_p - \text{cal}$ [cal / g.K] 20°C, 1 atm.	변환 계수 20°C, 1 atm.
54	헬륨	He	0.1785	1.24	1.41
55		3He	0.1346	1.606	1.44
56	헬륨 (3-)	H <sub>2</sub>	0.08991	3.44	1.01
57	수소	HBr	3.646	0.0869	0.98
58	브롬화 수소 염화수소	HCl	1.639	0.192	0.99
59	수소 이안화물	HCN	1.206	0.345	0.75
60		HF	0.8926	0.362	0.96
61	불화수소	HI	5.799	0.0553	0.97
62	요오드화 수소	H <sub>2</sub> Se	3.663	0.109	0.78
63	셀레나이드 수소 황화 수소	H <sub>2</sub> S	1.536	0.246	0.82
64	이소부탄	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2.693	0.457	0.25
65		C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	2.60	0.429	0.28
66	이소 부틸 렌	Kr	3.749	0.058	1.43
67	크립톤	CH <sub>4</sub>	0.7175	0.568	0.76
68	메탄올 메틸 아세틸렌	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	1.83	0.399	0.43
69	메틸 프로마이드	CH <sub>3</sub> Br	4.35	0.118	0.61
70		CH <sub>3</sub> Cl	2.3	0.212	0.64
71	메틸 염화물	CH <sub>3</sub> F	1.534	0.29	0.70
72	불화 메틸	CH <sub>3</sub> SH	2.146	0.272	0.53
73	메틸 메르 캡탄 몰리브덴 헥사 플루오 라이드	MoF <sub>6</sub>	9.366	0.156	0.21
74	모노 에틸 아민	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	2.011	0.436	0.36
75		CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	1.419	0.424	0.52
76	모노 메틸 아민	Ne	0.9002	0.246	1.41
77	네온	NO	1.34	0.239	0.97
78	일산화 질소 질소	N <sub>2</sub>	1.250	0.249	1.00
79	이산화질소	NO <sub>2</sub>	2.053	0.204	0.74
80		NF <sub>3</sub>	3.182	0.194	0.50
81	삼 불화 질소	NOCl	2.984	0.17	0.61
82	염화 니트로 실	N <sub>2</sub> O	1.978	0.221	0.71
83	아산화 질소 산소	O <sub>2</sub>	1.429	0.222	0.98
84	산소 디 플루오 라이드	OF <sub>2</sub>	2.417	0.201	0.64
85		O <sub>3</sub>	2.154	0.207	0.70
86	오존	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	3.219	0.455	0.21
87	펜탄	ClO <sub>3</sub> F	4.653	0.165	0.41
88	퍼 클로로 필 라이드 퍼플 루오로 프로판	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	8.662	0.22	0.16
89	퍼포마-에틸렌	C <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	4.523	0.206	0.33
90		COCl <sub>2</sub>	4.413	0.149	0.47
91	독가스	PH <sub>3</sub>	1.53	0.277	0.73
92	포스 핀	PF <sub>5</sub>	5.694	0.183	0.30
93	인 펜타 플루오 라이드 프로판	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2.012	0.456	0.34
94	프로필렌(프로 펜)	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	1.915	0.408	0.40

95	실란	SiH <sub>4</sub>	1.443	0.349	0.62
96	사 불화 규소	SiF <sub>4</sub>	4.683	0.18	0.37
97		SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	4.631	0.175	0.38
98	이산화황	SO <sub>2</sub>	2.922	0.157	0.68
99	황 헥사 플루오 라이드	SF <sub>6</sub>	6.626	0.175	0.27
100	사 불화 황	SF <sub>4</sub>	4.821	0.192	0.34
101		SiHCl <sub>3</sub>	6.044	0.157	0.33
102	트리클로로 실란	C <sub>3</sub> H <sub>9</sub> N	2.637	0.424	0.28
103	트리메틸 아민	WF <sub>6</sub>	13.29	0.092	0.25
	텅스텐 헥사 플루오 라이드				
104	비닐 브롬화물	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Br	4.772	0.141	0.46
105	비닐 염화물	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl	2.865	0.229	0.47
106		C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F	2.08	0.305	0.49
107	불화 비닐	Xe	5.899	0.0382	1.38
	크세논 가스 원소				

\*  $c_p - cal(T,p) = c_p(T + 50^\circ C, p)$

## 부록 2

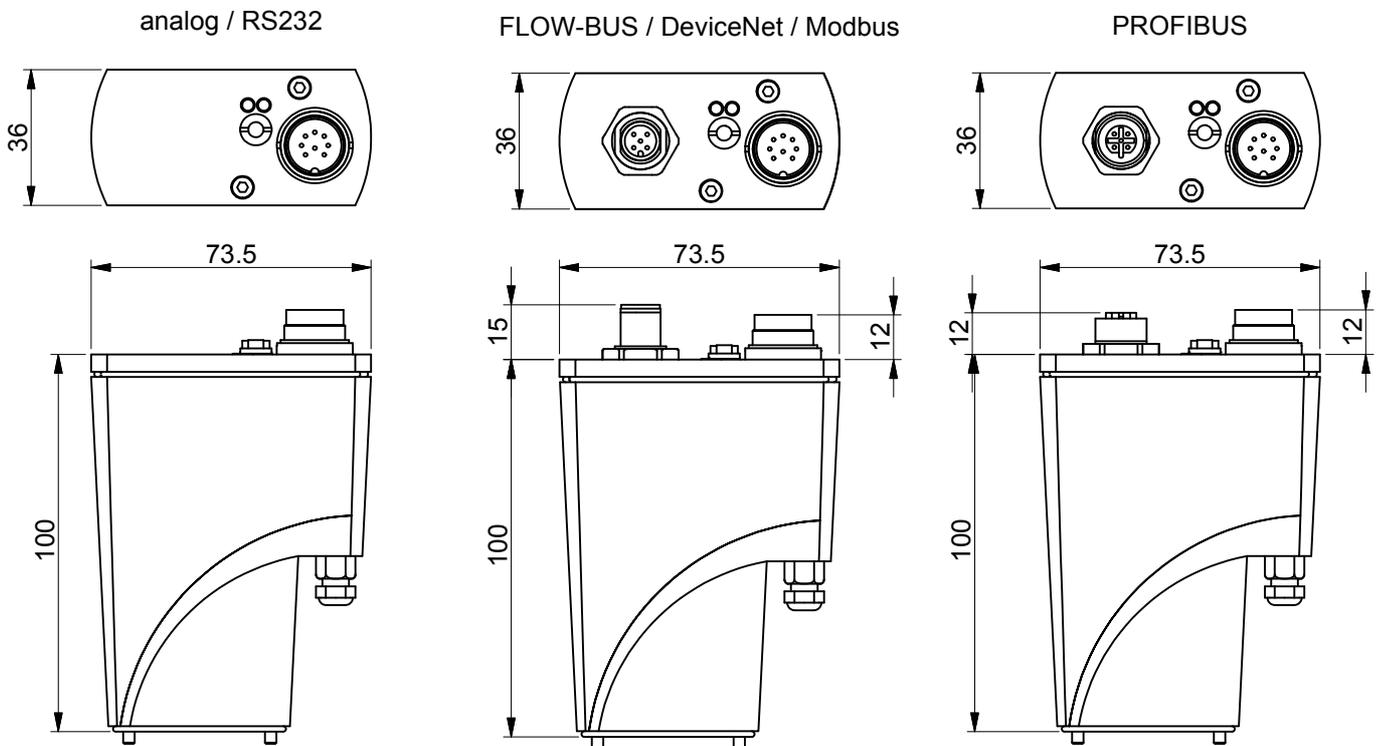
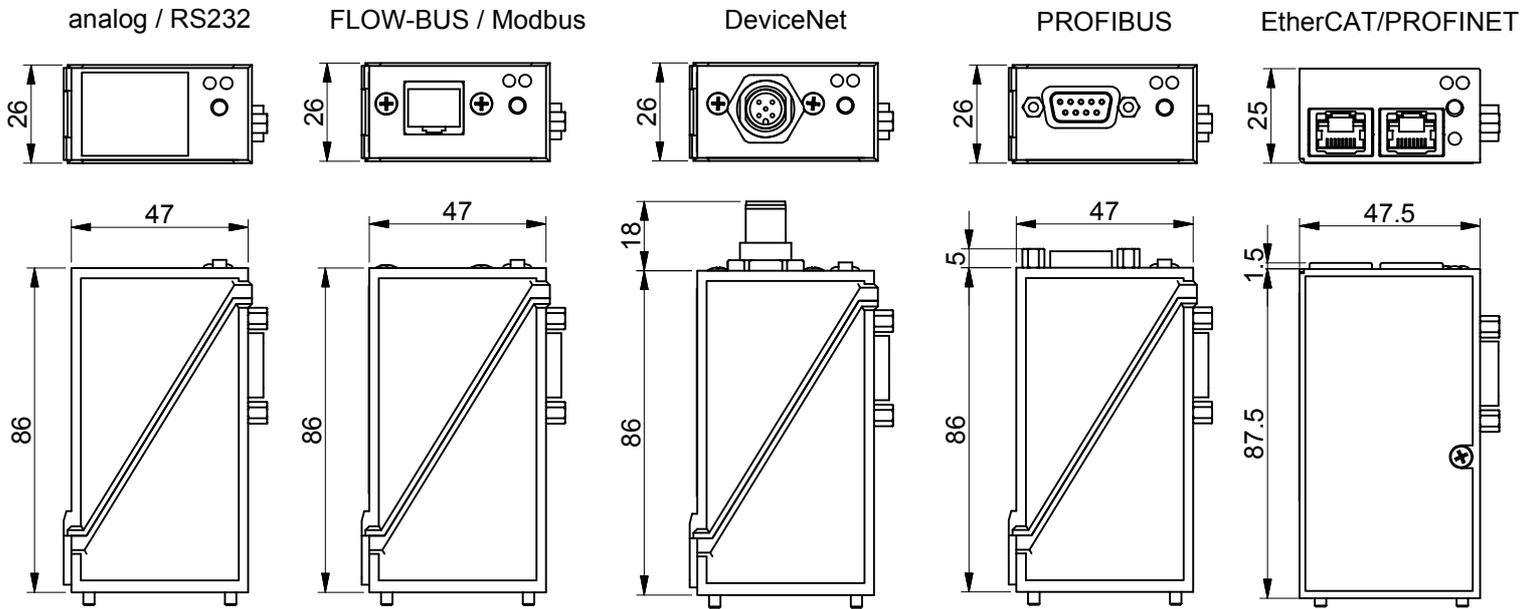
# 체적 디지털 케이스



## Dimensions digital cases

Doc. Nr.: 7.05.445H  
Date: 21-07-2015

One of these digital case assemblies replaces the case assembly as drawn in the dimensional drawing. Please note that the height increases when a contra connector is used.



Dimensions are in millimeters unless otherwise mentioned.  
Dimensions subject to change without notice.

Tolerances  $\pm 0.5$   
unless otherwise mentioned