

운전 매뉴얼

GFC 질량유량컨트롤러 사진(MFC)

Download the latest version of
the manual from the product web page:

Aalborg.com/GFC_o/21



AALBORG®

20 CORPORATE DRIVE • ORANGEBURG, NY 10962 • PHONE: 845.770.3000 • FAX: 845.770.3010
e-mail: info@aalborg.com • toll free in usa or canada: 1.800.866.3837 • web site: www.aalborg.com

주의:



K-함수는 단지 근사값일 뿐입니다.

+/- 5 to 10% 이상의 정확도를 요구하는 경우에는
K함수를 사용해서는 안됩니다.



주의:

이 제품은 생명유지장치로 사용해서는 안됩니다.

목 차

1.	GFC 질량유량컨트롤러 포장 개봉.....	1
1.1	포장상태 외부손상검사	1
1.2	질량유량컨트롤러 포장 개봉.....	1
1.3	수리를 위한 반품.....	1
2.	설치.....	2
2.1	주 가스 배관 연결.....	2
2.2	전기 결선.....	2
2.2.1	밸브 컨트롤 구성.....	4
2.2.2	원격 LCD 지시부.....	4
2.2.3	판넬 취부형 지시부	5
3.	동작 원리.....	5
4.	사양	6
4.1	CE 규정 준수	7
5.	운전지침서	9
5.1	준비및 시운전.....	9
5.2	유량출력신호 표시.....	10
5.3	Swamping 상태.....	10
5.4	설정값(Setpoint) 기준 신호.....	10
5.5	밸브 OFF 컨트롤 (Open Collector NPN 용).....	11
5.6	밸브 테스트/퍼지.....	12
6.	유지보수	12
6.1	개요.....	12
6.2	유량 배관 청소.....	13
6.2.1	GFC모델의 입구 필터 청소.....	13
6.2.2	GFC17/37/47 모델의 밸브 유지보수.....	13
7.	교정 절차	15
7.1	유량 교정.....	15
7.2	GFC 질량유량컨트롤러(MFC)의 교정	16
7.2.1	결선 및 시운전	16
7.2.2	영점 조정.....	17
7.2.3	스판(SPAN) 조정.....	17
7.2.4	선형 조정	17
7.2.4.1	GFC17/37/47 모델의 솔레노이드 밸브 동작불	17
7.2.4.2	GFC17/37/47 모델의 전동 밸브 개방	17

7.2.5	결선 및 시운전	18
7.2.6	영점 (0) 조정.....	18
7.2.7	25% 유량 조정.....	18
7.2.8	50% 유량 조정.....	18
7.2.9	75% 유량 조정.....	19
7.2.10	100% 유량 조정.....	19
7.2.11	밸브 조정.....	19
7.2.11.1	GFC17/37/47 의 밸브 조정.....	19
7.2.11.2	GFC5777/67/ 의 밸브 조정.....	19
7.2.12	최대 유량 조정	19
7.2.13	25% 유량 조정.....	20
7.2.14	50% 유량 조정.....	20
7.2.15	75% 유량 조정.....	20
7.2.16	100% 유량 조정.....	20
7.2.17	LCD 지시부 스케일링(조정	20
7.2.17.1	LCD 디스플레이 회로.....	21
7.2.17.2	스케일링 조정.....	21
7.2.17.3	소수점 조정	21

8. 고장 수리	21
8.1 공통 조건.....	21
8.2 고장수리 가이드.....	22
8.3 기술 지원	24

9. 기준가스대비 교정	24
---------------------------	-----------

부록 1	구성 도면.....	25
부록 2	가스 함수 테이블 (“K” factor).....	27
부록 3	입체 도면	31
부록 4	보증.....	35

1. GFC 질량유량컨트롤러 포장 개봉

1.1 포장상태 외부 손상 검사

GFC 질량유량컨트롤러 (MFC) 는 단단한 판지 상자에 잘 포장되어 있으며, 선적의 충격을 견딜 수 있도록 정전기 방지 쿠션이 안에 들어있습니다. 인수 시에 외부 손상이 있는지 포장 상태를 검사합니다. 포장에 외부 손상이 있는 경우 즉시 선적회사에 연락합니다.

1.2 질량유량컨트롤러(MFC)포장 개봉

중이 상자의 위 부분을 조심스럽게 열고 보이지 않는 선적 손상의 흔적이 있는지 검사합니다. 선적 회사에 연락을 취하는 한편 손상 보고서의 사본을 판매대리점 또는 직접 Aalborg®에 보고서를 보냅니다.

이 계기 의 포장을 개봉할 때 포장 목록에 있는 모든 항목들이 있는지 확인하고, 목록이 에서 빠진 부품이 있으면 즉시 보고서를 보냅니다.

1.3 수리를 위한 반품

GFC 질량유량컨트롤러 (MFC) 를 직접 구입하였을 경우 판매대리점 또는 Aalborg®의 고객 서비스 **부서에 연락하여 반품인정번호(RAN)를 요청 합니다. RAN가 없는 장비는 반품되지 않습니다.** Aalborg®는 반품된 장비를 시험한 결과 보증하자가 없는 것으로 판명되는 경우 보증클레임의 조건으로 반품된 장비에 대해 해당 고객에게 수수료를 부과할 수 있는 권리를 가집니다.

선적비용은 고객 부담이며, “수령인 부담” 으로 된 반품은 받지 않습니다.

서비스를 위해 반품되는 제품은 독성, 박테리아 감염, 부식 또는 방사능 등의 물질을 의무적으로 정화 및 중화해야 합니다. 고객이 완전히 실시하고, 서명한 안전 증명서를 제출할 때까지 작업이 실시되지 않을 것입니다. 양식은 서비스 매니저에게 요청하시기 바랍니다.

2. 설치

2.1 주 가스 배관 연결

GFC 질량유량컨트롤러에 액체는 사용할 수 없음을 주의해주시기 바랍니다. 단지 깨끗한 가스만 본 장비에 사용할 수 있습니다. 오염된 가스는 센서에 장애물이 유입되지 않도록 반드시 여과해야 합니다.



주의: GFC 변환기는 산소용 특별 크리닝 및 산소측정용으로 준비하지 않은 이상 산소 가스 모니터링 용도로 사용할 수 없습니다. 더 자세한 정보는 판매 대리점 또는 Aalborg®에 연락하시기 바랍니다.

질량유량컨트롤러 (MFC)의 설치 경사도는 ± 15 도 입니다. 이는 유량계의 가스 배관이 명시된 한계 내에서 반드시 수평 설치 되어야 함을 의미합니다. 유량계를 다른 경사로 설치할 경우, 재교정이 필요 합니다. 또한 GFC변환기는 빈번하고 급격한 온도변화, 높은 습도 및 외풍이 없는 안정된 환경에 설치하는 것이 바람직합니다.

가스 배관을 연결하기 전에 먼지 또는 다른 오염 물질이 이음관과 부품, 파이프 시스템에 포함되어 있는지 모든 부분을 점검합니다. 모니터 할 가스 시스템을 연결할 때 계기의 앞면에 표시된 화살표 방향으로 가스가 흐르도록 설치 하였는지 확인합니다.

적절한 크기의 관의 끝 부분이 compression fitting 압축 부분에 자연스럽게 평행으로 연결될 때까지 삽입합니다. Compression fitting은 생산자 매뉴얼에 따라 14/1-회전 씩 조입니다. 과도한 조임은 유량측정소자 (RFE's)에 심각한 손상을 줄 수 있으므로 주의해야 합니다!

Compression fitting은 새로운 측정범위의 교정 또는 청소를 하기 위한 목적이 아니면 해체해서는 안됩니다.

헬륨 누출 탐지기 또는 이에 상응하는 방법을 사용하여 전체 시스템에 대해 철저한 누출 시험을 할 수 있습니다. (모든 GFC의 장비는 선적에 앞서 명시된 한계 범위에 대해 누출 체크를 받습니다. 이 매뉴얼에 있는 규격 참조).

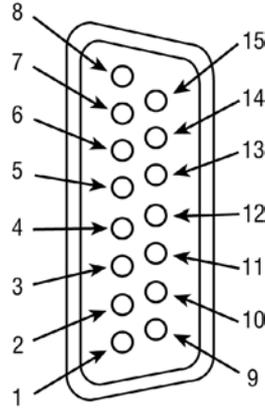
2.2 전기 결선

GFC변환기는 동작을 위해 최소 800mA의 전류를 가진 +12V DC (+24 VDC 옵션)의 전원이 필요합니다. 동작 전원은 유량 변환기 케이스의 측면에 있는 15-pin "D" 커넥터를 통해 공급됩니다. LCD 지시부 없는 GFC장비를 구입한 경우 유량 신호를 관찰하기 위해서는 판넬 지시계, 디지털 멀티미터(multi-meter), 또는 이에 상응하는 장치가 필요합니다.

내장형 설정값 (SET POINT) potentiometer 가 유량의 로컬 컨트롤용으로 모든 GFC변환기와 함께 공급됩니다. 원격 컨트롤을 하기 위해 가변 아날로그 0~5 DCV (또는 4~20mA) 기준입력 (reference input)이 필요합니다.

PIN 기능

- 1 0~5 VDC 유량 공통 신호
- 2 0~5 VDC 유량 출력 신호
- 3 공통
- 4 밸브 open (퍼지) purge
- 5 공통, 전원용
- 6 (배정되지 않음)
- 7 +12 VDC (+24 VDC*) 전원용
- 8 원격 설정값입력 (setpoint)
- 9 4~20 mA (-) 회신 (공용 -)
- 10 공용, 설정값 신호 (사용사용한 8)
- 11 원격 설정값을 위한 +5 VDC 기준
- 12 밸브 잠금 컨트롤
- 13 보조 기능 +12 VDC (+24 VDC*) 전원 출력 (<100mA)
- 14 4~20 mA 유량 출력 신호 (+)
- 15 외함 접지



1 & 2	0-5 VDC 출력
3 & 4	Purge
3 & 12	밸브 잠금 컨트롤
5 & 13	보조 기능 +12 VDC (+24 VDC*) 전원 출력 (<100 mA)

5 & 7	+12 VDC (+24 VDC*) 전원용
8 & 10	0-5 VDC 또는 4~20 mA 원격설정값 (FROM 3 WIRE LOOP SOURCING DEVICE)
9 & 14	4~20 mA 출력 (SOURCING, ONLY FOR PASSIVE LOAD)
10 & 11	+5 VDC 컨트롤

그림 21- GFC 15-PIN “D” 커넥터 구성

*+24 VDC 전원 구성은 옵션은 GFC1747/37/모델 만 가능.



경고: 24 Vdc 용으로 GFC 컨트롤러를 주문하고 설정하지 않은 이상 24Vdc 전력을 공급해서는 안됩니다.

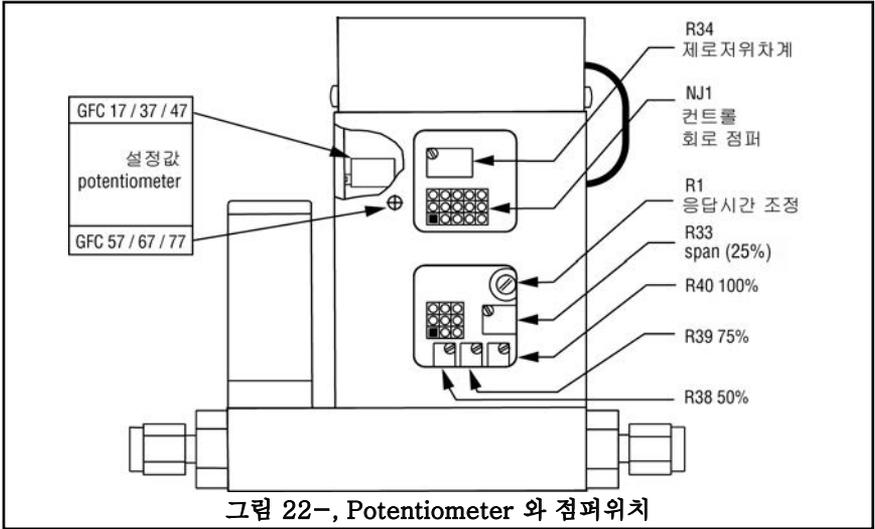
중요 사항:

일반적으로, “D” 커넥터의 번호부여 패턴은 표준화되어 있습니다. 하지만 일치하지 않은 패턴의 커넥터도 있으며, 접속 커넥터의 일련번호가 위의 pin 구성 테이블에 있는 일련번호와 일치할 수도, 일치하지 않을 수도 있습니다. 따라서 접속 커넥터에 나와 있는 특정한 번호와 상관없이, 올바른 순서에 따라 적절한 선과 매치하는 것이 필수적입니다.

본 시스템의 케이블을 연결 또는 단락 할 때 전원이 차단 되어있는지를 확인합니다.

입력 전원은 1600mA M (medium time-lag) 재설정 가능한 퓨즈로 보호되어 있습니다. 만약 단락 또는 극성 반전이 발생하는 경우, 퓨즈가 유량 변환기 회로의 전원을 차단합니다. 장치에 대한 전원공급을 차단하고 오류 상태를 제거하여 전원을 다시 공급합니다. 퓨즈는 오류 상태가 제거되면 복원될 것입니다.

본 매뉴얼 또는 Aalborg® 의 문서에 명시된 것과 다르게 GFC 유량 변환기를 사용하는 경우 이 장비가 제공하는 보호회로가 손상될 수도 있습니다.



2.2.1 밸브 컨트롤 구성

세가지 기본적인 옵션이 있습니다.

- (a) 로컬 또는 원격 컨트롤.
- (b) 0~5 VDC 또는 4~20 mA 설정값 신호 - *노트: 이는 단지 원격 컨트롤 설정에만 적용됩니다.
- (c) 2% 차단운전 또는 비 차단운전. 노트: 2% 차단운전은 GFC5777/67/에는 가능하지 않습니다.

차단운전 상태라면, 설정값이 최대 유량값의 2% 이하로 설정되는 경우 2% 차단운전에 의해 밸브에 공급되는 전원이 차단될 것입니다. 그림 22-는 3가지 기본적인 밸브 컨트롤 옵션에 대한 점퍼 구성을 보여줍니다.

공장 기준 점퍼 설정값은: 로컬 컨트롤, 2% 차단운전, 0~5 VDC 입니다.

기능	NJ1A	NJ1B	NJ1C	NJ1D	NJ1E
0~5VDC 4~20mA	2~3 1~2	5~6 4~5	8~9 7~8		
로컬 원격				11~12 10~11	
2% 작동 차단 on 2% 작동 차단 off					11~12 10~11

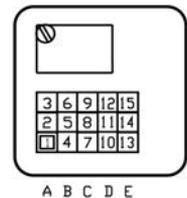


그림 23-, 밸브 컨트롤 설정 점퍼

2.2.2 원격 LCD 지시부

GFC 질량유량컨트롤러용의 또 다른 옵션은 판넬취부형 지시부 입니다. 이 구성은 3피트 길이의 연장전선과 함께 제공되며, LCD의 주변에 알루미늄 하우징이 없습니다. 판넬 취부형 LCD 지시부는 패널 마운팅을 위해 직사각형으로 절단된 부분에 잘 들어맞는, 두 개의 플라스틱 나사가 있는 홈(Bezel)을 포함합니다. (참조 그림 23-).

2.2.3 판넬 취부형 지시부

GFC 질량유량컨트롤러용으로 또 다른 옵션은 판넬취부형 지시부입니다. 이 구성은 3피트 길이의 연장전선과 함께 제공되며, LCD의 주변에 알루미늄 하우징이 없습니다.

판넬 취부형 LCD 지시부는 패널 마운팅을 위해 직사각형으로 절단된 부분에 잘 들어맞는, 두 개의 플라스틱 나사가 있는 홈(Bezel)을 포함합니다. (참조 그림 23-).

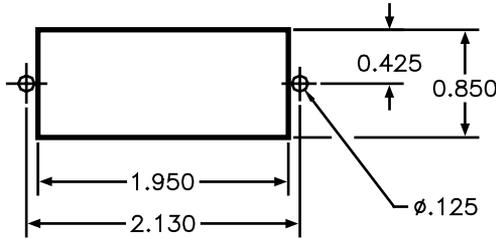


그림 2.3 LCD 패널 마운팅용 절단부분 치수도

3. 동작원리

질량유량변환기에 유입되는 가스는 스테인리스 모세관 센서 튜브로 작은 량의 유량이 분할 되어 흐르고, 나머지 가스는 주 배관 통해 흐릅니다. 주 배관과 센서 튜브의 구조는 분기점에서 충분히 층류 유량이 형성 되도록 설계되어 있습니다. 유체역학의 원리에 따르면, 두 개의 층류 유량 배관에 흐르는 가스 유량은 서로 정비례합니다. 따라서 센서 튜브에서 측정된 유량은 변환기를 통해 흐르는 총 유량에 직접 정비례합니다.

센서 튜브 속의 유량을 감지하기 위해서, 센서튜브의 두 부분에 정밀하게 조립된 히터 센서 코일에 의해 단위 열전도 방법이 적용 됩니다. 열은 내부에 가스가 흐르는 센스 튜브의 얇은 막을 통해 전달됩니다. 가스 흐름이 발생함에 따라 열은 가스 흐름에 의해 위쪽 코일에서 아래쪽 코일로 이송 됩니다. 결과적으로 저항 변화 차이에 따른 온도 변화는 전자 컨트롤 회로에 의해 감지 됩니다. 센스에서 측정된 기술기는 순간적으로 발생하는 유량과 선형적으로 비례합니다.

출력 신호는 질량-분자량에 기준한 유량에 따라 지시되는 가스의 열 전달 량에 따라 발생 됩니다.

GFC 질량유량컨트롤러 모델 GFC1747/37은 비례제어 솔레노이드 밸브와 연동 작동하며, 모델 GFC5777/67은 전동 밸브와 연동 작동 합니다. GFC의 폐회로 컨트롤은 유량 설정값과 질량유량 출력을 계속적으로 비교합니다. 설정값과 편차는 밸브를 조정하여 보정 하며 그러므로 원하는 유량을 유지 합니다

ADD PLUS MINUS 1.0% ACCURACY WHEN YOU DO THE UPDATE

4 규격

사용유체: GFC 기체공급조절장치(MFC)는 깨끗한 가스만 사용할 수 있도록 설계되어 있음에 주의하시기 바랍니다. GFC로 절대 액체의 유량을 계량하거나 컨트롤 하려고 해서는 안됩니다.

교정: 달리 요구되거나 명시되어 있지 않은 경우 표준조건 [14.7 psia (1.01 bars) 와 70°F (21.1 °C)]에서 실시해야 합니다.

환경(per IEC 664): 환경 설치 레벨 II; 오염도 II.

정밀도%최대유량범위				은정밀도가정밀도%대유량범위			
모델	GFC 1737/	GFC 4777/67/57/		모델	GFC 17	GFC 3777/67/57/47/	
흐름 범위	2.5-100%	20-100%	0-20%	흐름 범위	2.5-100%	20-100%	0-20%
정밀도	±1.5%	±1.5%	±3%	정밀도	±1%	±1%	기준정 보와±1%

재현성: 최대 유량범위 ±0.5%.

온도 보정계수: 최대 유량범위의 0.15% /°C

압력 보정계수: 최대 유량범위의 0.01% /psi (0.07 bars)

응답 시간: GFC17: 평균 300ms ; 최대 유량의 25%~100%내 설정 유량의 ±2% 내에서 약 1초.

GFC3747/: 평균 600ms ; 최대 유량의 25%~100%내 설정 유량의 ±2% 내에서 약 2초.

GFC5777/67/: 평균 1800ms; 최대 유량의 25%~100%내 설정 유량의 ±2% 내에서 약 5초.

가스 압력: 1000 psig (69 bars) GFC 17, 37, 47; 500 psig (34.5 bars) GFC 57, 67, 77. 최적의 압력 20 psig (1.4 bars).

턴다운 비율: 40:1.

최대 차압: 최대 차압: 50 psid (345 kPa) for GFC 1777/67/57/37/ AND 40 psid (276 kPa) for GFC 47.

가스 및 주위온도: ٣٣ °F ~ 1٣٣ °F (. °C ~ ٥. °C) ١٤ °F ~ 1٣٣ °F (-1. °C ~ ٥. °C) - 건조 가스 만 가능.

가스 상대 습도: 70% 까지

내부최대누수: 최대 유량범위 0.5%.

누출 상태: 외부환경에 대해 최대 1*10⁷- sccs He.

설치 경사도: 수평상태에서 수직으로 ±15도 이하 회전 ; 수평상태에서 기준 교정됨

출력 신호: 직선성인 0~5 VDC (최소 부하저항 1000 Ω)와 4~20 mA (폐회로 저항 0~500 Ω sourcing only for passive load); GFC 1747/37/ 의 경우 최대 부하시 최대소음 20mV, GFC 5777/67/ 의 경우 최대 부하시 최대 소음 100 mV.

명명 신호: 0~5 VDC (최소 입력저항 100K) 또는 4~20 mA (250 Ω 입력저항) 아날로그 신호, use only with 3 wire 420- mA loop sourcing device).

옵션 RS232 또는 IEEE488 인터페이스가 필요한 경우 Aalborg 및 대리점에 연락 바랍니다.

전압: +12 VDC, 800 mA 최대전류; GFC1747/37/은 +24 VDC, 650 mA 최대전류 옵션이 있습니다 - 주문시 지정하여 구성할 경우.

측정부 재질 (Wetted materials):

GFC 1777/67/57/47/37/: 산화피막알루미늄, 황동, 416 스테인리스 및 316 스테인리스 ; 밀봉재 로 VITON® O-ring, BUNA-N®, EPR® 또는 KALREZ® O-ring 재질은 옵션.

GFC 17S/37S/47S/57S/67S/77S: 416 스테인리스 및 316 스테인리스 ; 밀봉재 로 VITON® O-ring, BUNA-N®, EPR® 또는 KALREZ® O-ring 재질은 옵션.

Aalborg®는 계기 구성 부분이 서로 다른 유체와 접촉하여 발생하는 질량유량계의 부식에 대하여 책임 및 보증을 하지 않습니다. 서로 다른 모델에서 제공하는 유체 측정부 재질에 준하여 특정한 가스에 모델이 적합한가를 선정하는 것은 전적으로 사용자의 책임입니다.

입구 및 출구 배관 연결부:

GFC17/GFC 37: Comp. fitting.

옵션: 6mm Comp., 1/4" VCR®, 3/8" 또는 1/8" Comp. Fittings.

GFC47/GFC57: 3/8" Comp. fittings.

GFC67: 1/2" Comp. fittings.

GFC77: 3/4" FNPT fittings. 옵션: 3/4" Comp. Fittings.

LCD 지시부: 3 12/ 길이 디지털 LCD (최대 지시가능 "1999), 0.5인치 글자 폭. GFC171, GFC471, GFC571, GFC671, GFC771 알루미늄 또는 스테인리스 모델의 경우 LCD 지시부는 상부 블록 부분에 취부하며, 최적의 시각을 위해 상,하로 90도 기울일 수 있습니다. 원격 또는 판넬 취부형 원격 지시부는 옵션입니다.

표준 지시는 주어진 가스 유량에 적합한 설계 단위로 표시됩니다. (예, [slpm], [sccm], [scfm]). 주문 시 요청하는 경우 LCD 교정 범위를 0~100%로 할 수 있습니다. 비 표준 디스플레이 설정을 원하시는 경우 대리점 또는 Aalborg®에 연락하십시오.

변환기 인터페이스 케이블: GFC 변환기 15-pin "D" 커넥터에 맞는 옵션 실드 케이블을 공급할 수 있습니다.

4.1 CE 준수

CE 마크가 있는 모든 GFC 모델은 현재 인정된 다음 시험 표준을 따릅니다.

개정된 89336/EBC 준수 배출 표준: EN 55011:1991, Group 1, Class B 번역 표준: EN 550821992 :1-

유량 범위

테이블 I GFC 17 저 유량 질량유량컨트롤러*

모델	코드	mL/min [N ₂]	코드	Liters/min [N ₂]
17	01	0~10	07	0~1
	02	0~20	08	0~2
	03	0~50	09	0~5
	04	0~100	10	0~10
	05	0~200		
	06	0~500		

테이블 II GFC 37 중 유량 질량유량컨트롤러*

모델	코드	Liters/min [N ₂]
37	11	0~15
	30	20
	31	30
	32	40
	33	50

테이블 III GFC 47/57/67/77 고 유량 질량유량컨트롤러*

모델	코드	Liters/min [N ₂]
47	40	60
	41	80
	42	100
57	50	200
67	60	500
77	70	1000

* 유량은 STP 조건에서의 질소기준입니다 [예 1 atm 에서 70°F (21.1°C)]. 다른 가스를 사용할 경우 부록 2의 K factor 를 곱하여 사용합니다.

테이블 I 압력 강하

모 델	유 량 [Liters/min]	최대 압력 강하		
		[mm H ₂ O]	[psid]	[mbar]
GFC 17	10까지	720	1.06	75
GFC 37	15	2630	3.87	266
	20	1360	2.00	138
	30	2380	3.50	241
	40	3740	5.50	379
	50	5440	8.0	551
GFC 47	60	7480	11.00	758
	100	12850	18.89	1302
GFC 57	200	7031	10.00	690
GFC 67	500	8437	12.00	827
GFC 77	1000	10547	15.00	1304

5. 운전지침서

5.1 준비 및 시운전

질량유량콘트롤러가 섹션 (2)에 설명된 바와 같이 정확하게 설치되고 철저한 누출 검사를 받았는지를 확인 합니다. 유량 소스가 잠겼는지를 확인합니다. 15-pin “D” 커넥터를 통해 전원을 공급합니다. 최소 800 mA의 전류 용량을 가진 +12~+15 VDC사이의 전원인지를 확인합니다 (옵션선택시 모델 GFC 17/37/47의 경우 +24 VDC 650 mA).

그리고 질량유량콘트롤러가 최소한 15분 동안 위밍업 되도록 합니다.

GFC에 처음 전원을 공급하는 동안 유량 출력 신호는 정상 출력보다 높은 값을 나타낼 것입니다. 이는 GFC변환기가 아직 최소 운전 온도에 도달하지 않았음을 의미합니다. 이 상태는 몇 분 안에 취소될 것이며 변환기는 결국 0으로 될 것입니다.

15분간의 위밍업 시간 이후에도 지시부가 ±3.0% F.S보다 작은 값을 나타내는 경우, 제로(0) potentiometer [R34]를 조정합니다. 제로 조정을 하기 전에 계기 내에 누수 또는 누출이 발생하지 않도록 하기 위해 가스 소스를 일시적으로 차단 하여 것이 좋습니다.

GFC 17/37/47 주의



주의: 밸브를 장시간 동안 자동(컨트롤) 또는 Purge 모드에 두는 경우, 밸브가 따뜻해지거나 심지어 뜨거워 질 수도 있습니다. 그러므로 운전중에 밸브에 직접 접촉하는 것을 피하도록 주의하십시오.

변환기에 가스가 흐르지 않는 상태에서 밸브가 자동 또는 Purge 모드에 있는 상태로 GFC17/37/47을 장시간 운전해서는 안됩니다. 그렇게 하는 경우 2% f.s.로 교정하는 결과를 초래 할 수도 있습니다.

5.2 유량 출력신호 표시

유량출력 신호는 LCD 지시부, 원격 판넬계기, 디지털 멀티미터, 또는 그림 2.1과 같이 기타 다른 지시부에서 볼 수 있습니다.

만약 LCD 지시부를 GFC와 함께 주문한 경우 지시값은 직접 사용 단위로 표시되며, 0~10 sccm 또는 0~100 slpm (0~100% 표시는 옵션)와 같습니다. 직접 사용단위는 유량변환기의 전면 라벨에 표시되어 있습니다.

0~5 VDC 및 4~20 mA의 아날로그 유량 출력신호는 GFC 변환기의 측면에 있는 15-pin “D” 커넥터 (그림 2.1 참조)의 고유의 pins 번호에서 얻을 수 있습니다.

계기 출력 신호는 계측되는 가스의 질량 분자 유량에 직선적으로 비례합니다. 교정된 계기의 최대 측정 범위 와 가스 종류는 유량 변환기의 전면 라벨에 표시되어 있습니다.

기준교정은 0~5 VDC 입력/출력 신호로 수행 됩니다. 만약 4~20 mA 출력 신호를 0~5 VDC 입력 신호로 교정된 GFC의 유량지시용으로 사용할 경우, 실제 유량의 정밀도는 최대 측정 범위의 지정된 범위 (+1.0% GFC 17/37/47, +1.5% GFC 57/67/77) 내에 있을 것이나, 총 출력값은 전체 측정범위의 $\pm 2.5\%$ 범위 내에 있을 수도 있습니다. 4~20mA출력 신호를 위한 교정 옵션은 주문 시 요청하시면 가능 합니다.

RS232 또는 IEEE477 인터페이스의 경우 대리점 또는 Aalborg®에 연락하십시오.

5.3 SWAMPING 상태

질량유량컨트롤러의 최대 유량보다 10% 이상의 흐름이 발행하는 경우 “SWAMPING” 이 발생할 수 있습니다. “Swamped” 계기의 측정값은 정확하거나 직선적인 것으로 간주할 수 없습니다. 유량은 계기의 최대 측정범위의 110% 이하로 회복되어야 합니다. 유량이 교정된 범위 이내로 한 번만 낮아지면 Swamping 상태는 끝날 것입니다. 교정된 최대유량의 110% 이상에서의 계기운전은 회복 시간을 증가시킬 수도 있습니다.

5.4 설정값 기준 신호

GFC 유량 컨트롤러는 내장된 솔레노이드 밸브(GFC 17/37/47) 또는 전동 밸브 (GFC 57/67/77) 를 장착하고 있어서, 사용자로 하여금 설치한 특정 모델의 측정범위 내에서 원하는 유량을 설정할 수 있게 합니다. 솔레노이드 밸브는 일반적으로 전원이 공급되지 않을 때에는 닫힙니다.

전동 밸브는 전원 차단시 GFC의 동작 모드에 따라 어떤 위치에도 멈출 수 있습니다. 예를 들면, 전동 밸브가 GFC에 전원 공급이 차단 된 후 Open Purge 위치에 있다면, 밸브는 계속 Open 위치에 있게 될 것입니다. 따라서 정전 시 유량을 차단하기 위한 해결책을 마련하는 것은 고객의 책임입니다. GC57/67/77에 전원이 공급되면 밸브는 설정값 및 밸브 우선 (override) 신호와 상관없이 10초 안에 자동적으로 닫힙니다.

설정값은 로컬 또는 원격으로 컨트롤 됩니다. 설정값 입력은 0~5 VDC 또는 4~20 mA 아날로그의 기준 전압에 응답합니다 (기준 점퍼 설정은 0~5 DVC). 이 전압은 최대 측정 질량 유량의 0~100%에 대해 직선성으로 표시 됩니다. 설정값 변경에 대한 응답 시간은 최대 측정유량의 25~100%범위내 최종 유량의 2% 내에서 1초 (GFC 17), 2초(GC 37/47), 5초 (GFC 57/67/77)입니다.

로컬 유량 컨트롤의 경우, GFC 변환기의 솔레노이드 밸브와 같은 면에 위치해 있는 내장형 설정값 potentiometer 사용하십시오. 변환기에 유량을 유입하는 동안 유량지시가 원하는 설정값과 같아질 때까지 절연 드라이버로 설정값을 조정하십시오. [지시부는 실제 순간 유량만을 표시될 것입니다. 설정값을 위한 별도의 디스플레이는 없습니다.]

GFC의 원격 조정을 위해서는, 아날로그 기준 신호가 반드시 공급 되어야 합니다. GFC 변환기의 pin [11]에는 조절되어 안정된 +5 VDC 출력 신호가 있습니다. 이 신호를 유량 설정을 위해 로컬 설정값 potentiometer 와 함께 사용해야 합니다.

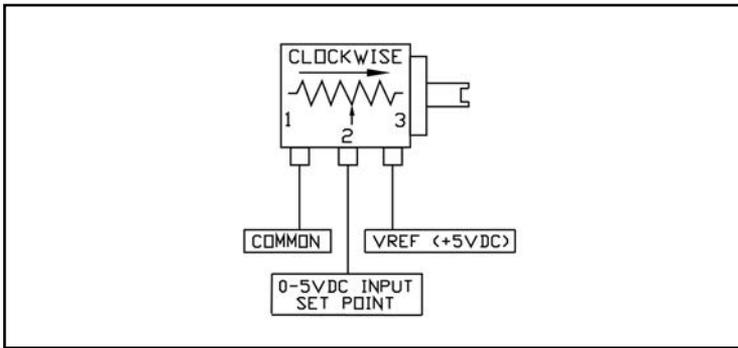


그림 5-1 로컬 설정값 potentiometer 결선

조종을 위해 적어도 10회전 또는 그 이상의 회전이 가능한 5K~100K Ω 의 potentiometer 사용이 권장됩니다. 원하는 유량의 백분율 조정을 수행하기 위해 제어용potentiometer 를 사용하십시오.

대안으로, 가변 가능한 0~5 VDC 또는 4~20 mA 아날로그 신호를 GFC 변환기의 설정값 및 공통 단자에 직접 연결할 수도 있습니다 (그림 2-1 참조). 지정된 점퍼 설정에 따른 적합한 신호를 선택 사용 하십시오.

5.5 밸브 Off 컨트롤 (개방형 컬렉터 NPN 용)

유량 컨트롤 밸브를 열고 닫으면서 원하는 유량 설정값을 설정하고 유지하는 것이 필요하다. 15-pin “D” 콘넥타의 pin [12] 와 공용선(또는 접지선)을 연결함으로써 (설정값 조정의 변경 없이) 밸브를 닫을 수 있습니다. Pin [12] 와 공용선 (COMMON)을 연결할 경우 솔레노이드 밸브는 전원 공급을 받지 못하며, 따라서 설정값에 관계없이 닫힌 상태를 유지할 것입니다. 전동밸브는 닫힘 명령을 주면 밸브 상부에 있는 녹색 표시등에 의해 닫힌 상태를 알 수 있습니다.

반대로, 접속이 끊어져 있거나 pin [12] 가 연결되지 않은 경우, 밸브는 계속 운전 상태를 유지 하게 됩니다. 밸브는 밸브 Off pin이 “floating” 상태를 유지할 때 운전 상태를 유지할 것입니다. 이 특징은 open collector NPN 트랜지스터 스위치와 호환성이 있으며, 프로그램 컨트롤러 및 이와 유사한 장치의 DC 출력 포트에서 볼 수 있습니다.

밸브 Off 컨트롤 특징의 사용을 위한 가장 간편한 방법은 GFC 변환기의 공용선과 밸브 OFF pins 사이에 토글 스위치를 연결하는 것입니다. 토글 스위치를 On/Off 함으로써 솔레노이드 밸브를 작동시키고 멈추게 할 수 있을 것입니다.

5.6 밸브 테스트/퍼지(test/purge)

순수한 건조 질소와 같은 중화 가스로 유량 시스템을 purge하는 것이 때로 필요 합니다. GFC변환기는 설정값에 관계없이 밸브를 완전 개방할 수 있습니다. OPEN (PURGE)pin (15-pin “D” 커넥터의 pin [4])를 접지선에 연결 함으로써 밸브를 완전히 개방할 수 있습니다.

전동밸브 : 전동밸브를 개방하기 위해 pins [3] 과 4를 연결합니다. 밸브의 상부에 적색표시등이 OPEN 밸브 상태를 표시할 것이며, 유량상태가 정상임을 나타냅니다.



주의: 노트전동밸브는 전원이 더 이상 공급이 되지 않더라도 OPEN 상태로 존재하며, 이 전동밸브를 닫기 위해서는 pins [3] 과 12를 연결해야 한다.

6. 유지보수

6.1 개요

질량유량컨트롤러에는 깨끗하고, 여과된 가스만을 사용하는 것이 중요합니다. 액체는 측정할 수 없습니다. RTD 센서는 작은 모세관인 스테인리스 튜브에 부착되어 있으며, 이 모세관은 장애물 또는 가스 결정화에 의해 막히는 경향이 있습니다. 다른 주 유량 배관도 또한 쉽게 막힙니다. 따라서 장애물이 들어오는 것을 피하기 위해 매우 신중한 주의가 필요합니다.

이 계기를 보호하기 위해 50 마이크론 (GFC 17) 또는 60 마이크론 (GFC 37/47) 필터가 유량 변환기의 입구에 내장되어 있습니다. 필터 스크린과 유량 경로는 아래에 설명된 바와 같이 간헐적으로 청소가 필요합니다. 기타 다른 조치는 필요하지 않습니다. 하지만 계기를 진동, 열 또는 부식적인 환경 및 과도한 무선 주파수 또는 자장의 간섭으로부터 멀리 떨어진 곳에 설치 하는 것이 좋습니다.

만약 주기적인 교정이 요구되는 경우, 섹션 (7)에 설명된 바와 같이 자격을 갖춘 사람이 교정 계기로 실시해야 합니다. 수리 및 교정이 필요한 경우 Aalborg®에 반품해야 합니다.



주의: 서비스 제공자를 보호하기 위해 현장에 사용되었던 모든 계기는 독성, 박테리아 오염, 부식 또는 방사능 물질에 대해 의무적으로 완전히 정화, 중화시켜야 합니다.

6.2 유량 배관 청소

계기를 통과하는 흐름을 막히게 할 수 있는 표적물(잔해)에 대해 계기의 입구와 출구 끝 부분의 흐름 경로를 유관으로 검사하십시오. 집계를 사용하거나 입구 쪽에서 낮은 압력의 깨끗한 공기나 질소를 불어서 표적물을 조심스럽게 제거하십시오.

경로가 뚫리지 않는 경우 서비스를 위해 계기를 Aalborg®에 반납해주시십시오.



센서를 해체하려고해서는 안됩니다.
해체하시면 교정이 무효화 됩니다.

6.2.1 GFC 17모델의 입구 필터 스크린 청소

계기 입구의 Comp. fitting을 푼다. Restrictor Flow Element (RFE)가 입구 부분에 연결되어 있으니 주의하십시오.

RFE는 변환기 안에 있는 정밀 흐름 분리기로, 유입 가스 유량을 센서와 주 유량 배관으로 미리 설정된 량 만큼 분리하는 역할을 합니다. 질량유량컨트롤러에 사용되는 특정한 RFE는 가스 종류 및 계기의 유량 범위에 따라 달라집니다.

RFE를 입구 연결부에서 조심스럽게 분해하십시오. 50 마이크론 필터 스크린을 보게 될 것입니다. 입구 fitting에서 스크린을 밖으로 밀어내십시오. 필요에 따라 각 부분을 청소하거나 교체하십시오. 청소를 위해 알코올을 사용하는 경우 조립에 앞서 건조를 충분히 해주십시오.

RFE가 뒤틀리고 변형되지 않도록 조심스럽게 RFE와 입구 부분을 조립하십시오. O-링에 먼지가 묻지 않도록 하십시오.



노트: 과도한 조임은 RFE의 변형 또는 결함을 초래할 수 있습니다.

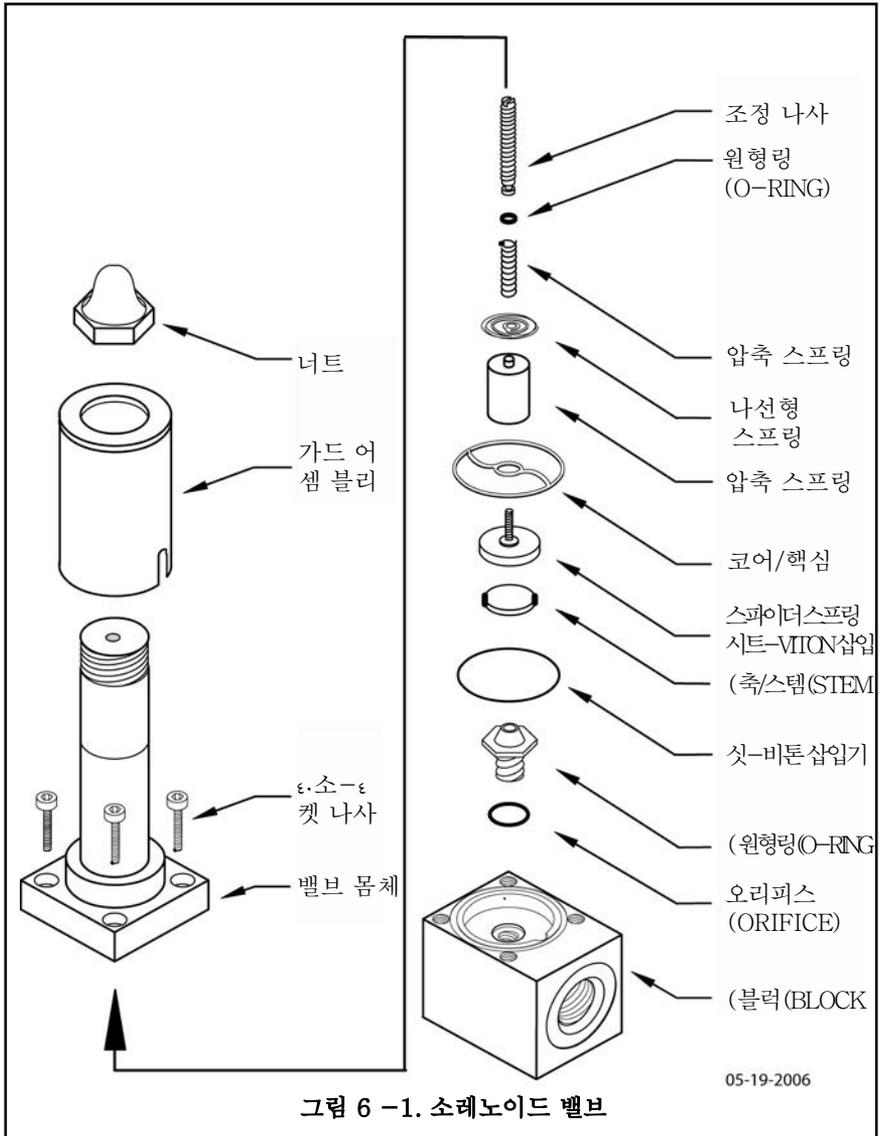
입구 부분을 재 조립한 후에는 적어도 하나의 교정값은 체크하는 것이 좋습니다.
- 섹션 (7). 참조



GFC37, GFC47, GFC67, GFC77 모델의 경우 분해 또는 수리를 시도하지 말 것을 권합니다.
분해 시에는 새로운 교정이 필요 하기 때문 입니다.

6.2.2 GFC17/37/47 모델의 밸브 유지보수

솔레노이드 밸브는 316 및 416 스테인리스, VITON®(또는 옵션 EPR® 또는 KALREZ®) O-링과 밀봉재로 구성되어 있습니다. 주기적인 청소를 제외한 정기적인 유지보수는 필요 없습니다
입구 부분을 재 조립한 후에는 적어도 하나의 교정값은 체크하는 것이 좋습니다- 섹션 (7) 참조.



여러 종류의 부식 가스는 밸브 안에 있는 VITON® O-링과 밀봉재를 더 자주 교체해야 합니다. 특정 가스사용에 적합한 엘라스토머 밀봉 재질을 사용해야 하는 것을 명심 하십시오. 이용 가능한 옵션 밀봉 재료는 대리점 또는 Aalborg®에 문의하시기 바랍니다.

GFC를 purge 모드로 설정하고 질소와 같은 깨끗하고, 여과된, 중성 가스를 분출하여 청소를 시도해 보시기바랍니다. [밸브를 완전 개방하는 또 다른 옵션은 밸브의 상부에 있는 플라스틱 캡을 제거하고 세팅 나사를 반 시계 방향으로 멈출 때까지 돌립니다. 밸브를 조정하고, 기능적 사용으로 사용하기 위해서는 섹션 7.3을 참조 하십시오..

7. 교정 절차



주의: 이 섹션에 설명된 바와 같이 공장에서 부착한 교정 밀봉 또는 다른 조정 라벨을 제거하면 교정 보증이 무효화 됩니다.

7.1 유량 교정

Aalborg® 사의 계기 유량 교정 실험실은 엄격히 통제된 조건에서 정밀 교정기를 사용하여 질량유량계 및 컨트롤러를 교정 할 수 있는 전문적인 교정 지원을 제공합니다. NIST 추적 방법에 의한 교정이 가능하며, 교정은 또한 사용 가능한 표준 계기를 사용하여 고객의 현장에서도 실시할 수 있습니다.

공장에서 교정은 액체 밀봉된 무 마찰 작동기를 포함하고 있는 NIST 추적 가능한 정밀 체적 교정기를 사용하여 실시 됩니다.

일반적으로 교정은 건조 질소가스를 사용하여 실시합니다. 그리고 교정은 가스 factor 테이블에 나와있는 비교 교정 [K] factor 에 근거하여 원하는 적합한 가스에 맞게 조정할 수 있습니다 - 부록 2 참조. 질소 이외의 기준 가스는 특정한 가스의 유량 특성에 더 가까워 지도록 하기 위해 사용될 수도 있습니다. 이 방법은 기준 가스가 고려 대상의 실제 가스와 유사한 열역학 특성을 가진 것으로 밝혀질 때 권장되는 방법입니다. 적절한 비교 교정 factor 는 다시 계산해야 합니다. 섹션 (9) 참조.

이는 질량유량계/컨트롤러를 70°F (21.1°C), 20 psig (1.4 bars) [GFC 47의 경우 25 psig (1.7 bars)]의 입구압력과 0 psig (0 bar) 출구압력 조건의 건조 질소 가스로 교정하는 표준 입니다. GFC 변환기를 실제 운전 조건으로 교정하는 것이 최선입니다. 무 독성, 무 부식 가스에 와 같은 특정한 가스 교정은 특정한 조건에서 가능합니다. 견적에 대해서는 대리점 또는 Aalborg®에 문의하시기 바랍니다.

유량교정기는 교정할 질량유량계/컨트롤러의 정밀도보다 전체 정밀도가 적어도 4배 이상 좋은 것을 사용할 것을 권장합니다. 교정용 필요 장비에는 유량교정표준, 인증된 고 민감도 멀티미터 (전체 정밀도가 $\pm 0.25\%$ 이상), 절연된 (플라스틱) 드라이버, 질량유량컨트롤러 상부에 설치할 유량 레귤레이터 (예: 기준 needle밸브) 및 압력이 조절되고 여과된 건조 질소 가스 (또는 다른 적합한 기준 가스) 포함됩니다.

입구와 출구 압력 조건은 물론 가스와 주위 온도는 반드시 실제 운전 조건에 따라 설정되어야 합니다.

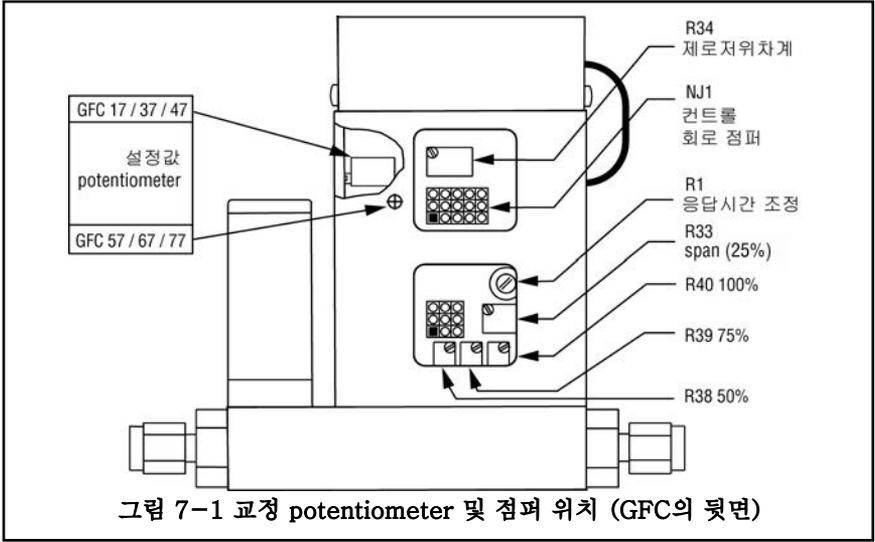


그림 7-1 교정 potentiometer 및 점퍼 위치 (GFC의 뒷면)

7.2 GFC 질량유량컨트롤러의 교정

이 섹션의 모든 조정은 계기 외부에서 이루어집니다. 따라서 이 계기의 어떤 부분도 분해할 필요가 없습니다.

GFC 질량유량컨트롤러는 처음 공장에서 교정된 것과 같은 범위로 현장에서 재교정/체크 할 수도 있습니다. 선형조정이 필요하거나 유량범위를 변경할 경우 7.2.4.의 절차에 따라야 한다. 유량 범위 변경은 다른 Restrictor Flow Element (RFE)가 필요 합니다. 추가적으로 다른 솔레노이드 밸브 오리피스(Orifice) 또한 필요 합니다. (테이블 VI 참조). 더 자세한 정보는 대리점 또는 Aalborg®에 상담하시기 바랍니다.

7.2.1 결선 및 시운전

GFC변환기의 15-pin “D” 커넥터에 멀티미터를 0 ~ 5Vdc 용 출력 핀 [1]과 [2] (또는 4~20 mA인 경우 pins [9]와 [14])에 연결하십시오- (그림 2-1 참조).

유량 컨트롤용으로 원격 설정값을 사용할 경우, 적절한 기준 신호는 15-pin “D” 커넥터의 pins [8]과 [10]에 연결되어야 합니다- (그림 2-1 참조). 교정 절차를 시작하기 앞서 최소 30분간 질량유량컨트롤러에 전원을 공급하십시오.

7.2.2 영점 (0점) 조정

질량유량컨트롤러로 유입되는 가스 유량을 차단합니다. 계기 안으로 누수 또는 누출이 발생하지 않도록 하기 위해서는 가스 소스를 일시적으로 차단하는 것이 좋습니다.

멀티미터와 절연된 드라이버를 사용하여 영점조정 potentiometer [R34]를 유량제로 (0)에서 0 VDC (또는 4mA)로 조절하십시오.

7.2.3 스팬 (Span) 조정

가스 소스를 다시 연결하십시오. 컨트롤 설정값을 최대 측정 유량의 100%로 조정하십시오. 유량교정기와 비교하며 유량을 체크하십시오. 편차가 최대 측정 유량의 $\pm 10\%$ 미만일 경우 절연된 드라이버를 사용 SPAN potentiometer [R33]를 조정하여 편차를 제거합니다. 편차가 최대 측정범위 $\pm 10\%$ 이상일 경우 결함 상태 일 수 있습니다.

다음은 오작동 신호의 원인이 될 수도 있습니다:

- ✓ 센서 튜브가 막히거나 오염되었다.
- ✓ GFC변환기 또는 가스 배관 및 부품에 누출이 있다
- ✓ 질소 이외의 가스인 경우 가스 factor 테이블에서 적합한 “K” factor를 다시 체크한다.
- ✓ 온도/압력 교정 에러.

또한 섹션 (8) 문제해결을 참조하십시오. 위 조건의 교정법을 시도한 후에도 오작동이 계속되는 경우 서비스를 위해 계기를 공장으로 보내십시오, 섹션(1) 참조.

이렇게 해서 교정은 완료됩니다. 하지만 25%, 50%, 75%와 같이 0~100%사이 몇몇 교정점에 대한 추가적인 체크를 권합니다. 불일치가 감지되는 경우 선형 조정을 위해 단계 7.2.4 을 실행 하십시오.

7.2.4 선형 (Linearity)조정

이 섹션의 모든 조정은 계기의 외부에서 이루어집니다. 따라서 기계의 어떤 부분도 분해할 필요가 없습니다.

7.2.4.1 GFC 17/37/47 모델의 솔레노이드 동작불능

밸브를 purge 모드로 설정하십시오. 이 단계는 변환기의 유량 컨트롤 특성을 본질적으로 bypass 합니다. 이제 이 계기는 질량유량계와 같이 운전될 것입니다.

7.2.4.2 GFC57/67/77 모델의 전동 밸브 개방.

15 pin D- 커넥터에서 pin [4]를 pin [3]에 연결함으로써 밸브를 purge 모드로 설정합니다.



주의: GFC 17/37/47의 경우- 밸브를 장시간 동안 자동(컨트롤) 또는 개방 (Purge) 모드에 두는 경우, 밸브가 따뜻해지거나 심지어 뜨거워질 수도 있습니다. 그러므로 운전중에 밸브에 직접 접촉하는 것을 피하도록 주의하십시오

7.2.5 결선 및 시운전

GFC변환기의 15-pin “D” 커넥터에 멀티미터를 0 ~ 5Vdc 용 출력 핀 [1]과 [2] (또는 4~20 mA인 경우 pins [9]와 [14])에 연결하십시오- (그림 2-1 참조).

새로운 유량범위 또는 다른 가스에 대한 교정이 실시되는 경우, 선형 절차를 시작하기 전에 J1A, J1B, J1C에서 모든 점퍼를 제거하는 것이 필요할 수도 있습니다.

교정 절차를 시작하기 앞서 최소 30분간 질량유량컨트롤러에 전원을 공급하십시오.

7.2.6 영점(0점) 조정

질량유량컨트롤러로 유입되는 가스의 유량을 차단합니다. 계기 안으로 누수 또는 누출이 발생하지 않도록 하기 위해서는 가스 소스를 일시적으로 차단하는 것이 좋습니다.

멀티미터와 절연된 드라이버를 사용하여 영점조정 potentiometer [R34]를 유량 제로(0)에서 0 VDC (또는 4mA)로 조절하십시오.

7.2.7 25% 유량 조정

가스 소스를 다시 연결합니다. 유량 레귤레이터를 사용하여 유량을 최대 측정 유량의 25%로 조절합니다. 유량 교정기와 비교하여 지시된 유량을 체크합니다. 유량계의 출력이 $1.25VDC \pm 63mV$ (또는 $8mA \pm 0.25mA$)가 될 때까지 절연 드라이버를 사용하여 potentiometer [R33]의 설정을 조정합니다.

선형 기능	J1A (50%)	J1B (75%)	J1C (100%)
감소	1-2	4-5	7-8
증가	2-3	5-6	8-9



그림 7-2 교정 potentiometer 및 점퍼

7.2.8 50% 유량 조정

유량 레귤레이터를 사용하여 최대 측정 유량의 50%까지 유량을 증가시킵니다. 유량 교정기와 비교하여 지시된 유량을 체크합니다. 유량계의 출력이 $2.50VDC \pm 63mV$ (또는 $12mA \pm 0.25mA$)가 지시되어야 합니다. 출력값이 이 범위 밖에 있는 경우 점퍼를 [J1B]에 위치시켜 신호를 증가시키거나 감소시킵니다. 그 값이 지정된 범위 내가 될 때까지 절연 드라이버를 사용하여 potentiometer [R38]의 설정을 조정합니다.

7.2.9 75% 유량 조정

유량 레귤레이터를 사용하여, 최대 측정 유량의 75%까지 유량을 증가시킵니다. 유량 교정기와 비교하여 지시된 유량을 체크합니다. 유량계의 출력이 3.75 VDC \pm 63mV (또는 16mA \pm 0.25mA)가 지시되어야 합니다. 출력값이 이 범위 밖에 있는 경우 점퍼를 [J1B]에 위치시켜 신호를 증가 또는 감소시킵니다. 그 값이 지정된 범위 내가 될 때까지 절연 드라이버를 사용하여 potentiometer [R39]의 설정을 조정합니다.

7.2.10 100% 유량 조정

유량 레귤레이터를 사용하여, 최대 측정 유량의 100%까지 유량을 증가시킵니다. 유량 교정기와 비교하여 지시된 체크합니다. 유량계의 출력이 5.00 VDC \pm 63mV (또는 20mA \pm 0.25mA)가 지시되어야 합니다. 출력값이 이 범위 밖에 있는 경우 점퍼를 [J1C]에 위치시켜 신호를 증가 또는 감소시킵니다. 그 값이 지정된 범위 안에 들어올 때까지 절연된 드라이버를 사용하여 potentiometer [R39]의 설정을 조정합니다.

단계 7.3.4에서 7.3.7까지를 적어도 한번 이상 반복합니다.

7.2.11 의 밸브 조정

7.2.11.1 GFC 17/37/47 의 밸브 조정

Purge 모드를 차단 합니다 (밸브를 닫힘 상태로 설정합니다). 입구 압력 5 psig을 적용하고, 출구는 대기압력을 적용합니다. 작은 유량이 발생하는 경우 GFC를 통한 유량이 멈출 때까지 솔레노이드 밸브의 상부에 있는 나사를 시계방향으로 돌립니다.

7.2.11.2 GFC 57/67/77 의 밸브 조정

GFC 57/67/77의 경우 전동밸브를 조정하지 마십시오. 이들 모델들의 전동밸브는 공장에서 미리 조정된 되어 있습니다.

7.2.12 최대 유량범위 조정

GFC의 상류에 있는 유량 레귤레이터를 완전히 개방하십시오. 입구 압력을 20 psig(GC47의 경우 25 psig) 까지 증가시킵니다. +5.00 VDC (100% 최대 측정유량) 설정값 기준을 적용합니다. 교정기를 이용하여 유량을 체크합니다. 필요한 경우, 원하는 최대 측정유량과 매치가 되도록 R33을 조정합니다. [컨트롤 모드에서, R33을 시계방향으로 돌리면 흐름이 감소합니다. 반대로 R33을 시계반대방향으로 돌리면 GFC를 통과하는 흐름을 증가시킵니다.]

7.2.13 25% 유량 조정

최대 측정유량의 25%로 컨트롤하기 위해 설정값을 1.25 VDC로 변경합니다. 유량 교정기와 비교하여 지시된 체크합니다. 유량이 최대 측정 유량의 $\pm 0.75\%$ 내에 있지 않는 경우 유량 출력이 정정 될때까지 potentiometer [R33]의 설정을 재 조정하십시오.

7.2.14 50% 유량 조정

최대 측정 유량의 50%로 컨트롤 하기 위해서는 설정값을 2.50 VDC로 변경합니다. 유량 교정기와 비교하여 지시된 체크합니다. 유량이 최대 측정 유량의 $\pm 0.75\%$ 내에 있지 않을 경우 유량 출력이 정정 될때까지 potentiometer [R38]의 설정을 재 조정하십시오.

7.2.15 75% 유량 조정

최대 측정 유량의 75%로 컨트롤 하기 위해서는 설정값을 3.75 VDC로 변경합니다. 유량 교정기와 비교하여 지시된 체크합니다. 유량이 최대 측정 유량의 $\pm 0.75\%$ 안에 있지 않을 경우 흐름 출력이 정정 될때까지 potentiometer [R39]의 설정을 재 조정하십시오.

7.2.16 100% 유량 조정

최대 측정 유량의 100%로 컨트롤 하기 위해서는 설정값을 5.00 VDC로 변경합니다. 유량 교정기와 비교하여 지시된 체크합니다. 유량이 최대 측정 유량의 $\pm 0.75\%$ 안에 있지 않을 경우 흐름 출력이 정정 될때까지 potentiometer [R40]의 설정을 재 조정하십시오.

테이블 II GFC 솔레노이드 밸브의 오리피스(ORIFICE) 선정 테이블

오리피스 부품 번호	유량 [N ₂]
OR.020	10~1000 sccm
OR040	1~5 slpm
OR.055	5~10 slpm
OR.063	10~15 slpm
OR.094	20~50 slpm
OR.125	50~100 slpm

7.2.17 LCD 지시부 스케일링

특정한 모델 GFC 변환기와 함께 공급되는 LCD 지시부의 출력값을 다시 스케일링 하는 것이 바람직할 수도 있습니다. 새로운 유량 범위를 위한 교정 또는 다른 설계 단위가 필요 할때는 재 교정이 필요 합니다.

7.2.17.1 LCD 디스플레이 회로

GFC 또는 판넬에 장착된 부분에서 조심스럽게 LCD를 분리합니다. 연결 케이블의 측면에 있는 알루미늄 하우징을 제거합니다. 알루미늄 하우징에서 LCD 어셈블리를 떼어냅니다

7.2.17.2 스케일링 조정

15-pin “D” 커넥터의 0~5 VDC 또는 4~20 mA 신호에 디지털 멀티미터를 연결합니다. GFC의 유량을 최대 측정유량 (5VDC 또는 20mA)으로 설정합니다. 최대 측정 유량을 유지하면서 LCD 회로에 있는 potentiometer [R3]를 최대 측정유량 지시가 되게 설정합니다.

7.2.17.3 소수점 조정

LCD 지시부의 소수점을 변경하기 위해서는 8-pin 헤드 블록에 있는 점퍼를 적절한 위치로 이동하면 됩니다. 숫자는 접속부 측면에 표시 되어 있습니다. 소수점 설정을 위해 한 개 이상의 점퍼를 연결 하지 마십시오.

점퍼 위치	최대 스케일 가능한 지시부 표시
“0”	1999
“3”	199.9
“2”	19.99
“1”	1.999

8. 고장 수리

8.1 공통조건

질량유량컨트롤러/컨트롤러는 생산 조립 및 조립 후에 수 많은 철저한 품질을 체크를 거쳤습니다. 이는 주어진 가스 또는 혼합 가스에 대해 원하는 유량 및 압력에 맞게 교정되었습니다.

이는 선적 중의 손상을 방지하기 위해 꼼꼼히 포장되어 있습니다. 만약 이 계기가 제대로 작동하지 않는다면 다음의 일반적인 조건을 먼저 점검하십시오.

- ✓ 모든 케이블이 정확하게 연결되어 있는가?
- ✓ 설치중 누출은 없었는가?
- ✓ 전원 공급이 요구 조건에 맞게 정확히 선정 되었는가?
몇 개의 계기들을 사용하는 경우 적절한 전류의 전력을 선택해야 합니다.
- ✓ 커넥터 핀 출력이 제대로 매치되어 있는가? 다른 제조사의 제품과 상호교환 시 케이블과 커넥터는 정확한 핀 구성을 위하여 신중하게 배선해야 합니다.
- ✓ 계기에 걸리는 차압은 충분한가?

8.2 고장수리 가이드

표시	가능한 원인	치유
표시도수 또는 출력 부족	전원 공급 차단	전원선을 체크한다.
	퓨즈 파열	변환기의 전원공급을 차단한다; 단락조건을 제거하거나 극성을 체크한다; 퓨즈는 자동적으로 복원된다.
	입구 필터 스크린 막힘	장애물을 제거하기 위해 분해하거나 분출 청소 또는 교체한다.
	센서 튜브 막힘	장애물을 제거하기 위해 분해하거나 분출 청소 또는 교체하기 위해 공장에 반품한다.
	PC 보드 결함	교체하기 위해 공장에 반품한다.
	밸브 조정 오류	밸브를 재 조정한다 (섹션 7.2.4)
유량 지시가 설정값과 일치하지 않는다.	부적절한 가스 압력	적절한 가스 압력을 사용한다.
	입구 필터 스크린 막힘	장애물 제거를 위해 분해하거나 분출 청소 또는 교체한다.
	접지 (Ground loop)	신호와 전력공급의 공용선 다름.
설정값에 대한 무응답	부적절한 가스 압력	적절한 가스 압력을 사용한다
	케이블 또는 커넥터 오작동	케이블과 모든 연결을 체크하거나 교체한다.
	설정값이 지나치게 낮다. (<최대측정범위의 2% 미만)	설정값을 재 조정하거나 2% 차단 특성을 해제한다 (섹션 2.2)
	밸브 조정 오류	밸브를 재조정한다 (섹션 7.2.4)
불안정 또는 제로 (0) 표시도수가 없음	가스 누출	가스 누출을 파악하여 교정
	PC 보드 결함	교체하기 위해 공장에 반품
“유량이 없거나 밸브 닫힘” 상태에서 최대 유량 출력	센서결함	교체하기 위해 공장에 반품
	가스 누출	누출 위치를 파악하고 수리한다.

표시	가능한 원인	치유
조정 off	계측된 가스가 원래 교정값과 동일하지 않다.	적합한 교정을 사용한다.
	가스 성분 변경	부록2의 K factor 테이블을 참조한다.
	가스 누출	누출 위치를 파악하여 정정한다.
	PC 보드 결함	교체를 위해 공장에 반품한다.
	RFE 오염	장애물을 제거하기 위해 분해 하거나 분출 청소를 한다.
	센서 튜브 막힘	장애물을 제거하기 위해 분해 하거나 분출 청소 또는 교체를 위해 공장에 반품 한다.
	입구 필터 스크린 막힘	장애물을 제거하기 위해 분해 하거나 분출 청소 또는 교체한다.
	변환기가 올바르게 설치되지 않았다.	설치기울기 체크 또는 변환기 설치를 점검한다; 일반적으로 계기는 수평 설치에 맞게 교정되어 있다. (센서 튜브에 대해)
GFC밸브가 열린 (open) 상태에서 작동하지 않는다.	부적절한 밸브 조정	밸브를 재 조정한다 (섹션 7.2.4)
	Pc 보드 결함	교체를 위해 공장에 반품 한다.
	케이블 또는 커넥터 결함	케이블과 커넥터를 점검 또는 교체한다.
	차압이 너무 높다	적절한 수준으로 압력을 감소시킨다.
	불충분한 입구 압력	적절하게 조정한다.
GFC밸브가 닫힌 (closed) 상태에서 작동하지 않는다.	부적절한 밸브 조정	밸브를 다시 조정한다 (섹션 7.2.4)
	Pc 보드 결함	교체를 위해 공장에 반품 한다.
	케이블 또는 커넥터 결함	케이블과 커넥터를 점검 또는 교체한다.
	오리피스(Orfice) 막힘	장애물을 제거하기 위해 분해 하거나 공장에 반품한다.

최상의 결과를 위해서는 공장에 반품하여 서비스를 받으시기를 권합니다. 반품 절차는 섹션 1.3을 참조 하십시오.

8.3 기술 지원

Aalborg® 계기는 인정된 수리공에 한하여 전화 기술 지원을 제공할 것입니다. 기술 지원은 845-770-3000번으로 연락 주시기 바랍니다. 전화를 하실 경우 귀하의 제품 일련번호와 모델 번호를 준비하시기 바랍니다.

9. 기준 가스 대비 교정

교정변환은 K factor를 포함합니다. K factor는 가스 밀도와 고유의 열량 계수로 구할 수 있습니다. 2 원자 가스의 경우:

$$K \text{ 가스} = 1/dXC_p$$

여기서 d= 가스 밀도(gram/liter)
Cp = 고유의 열량 계수 (cal/gram)

노트: 위 관계식에서 d와 Cp 는 같은 조건에서 선택됨 (온도, 압력)

질량유량컨트롤러(MFC)의 유량 범위가 변화하지 않을 경우, 기준 가스에 대한 실제 가스의 교정은 이에 연관된 K factor가 적용됩니다

$$K = Q_a/Q_r = K_a/K_r$$

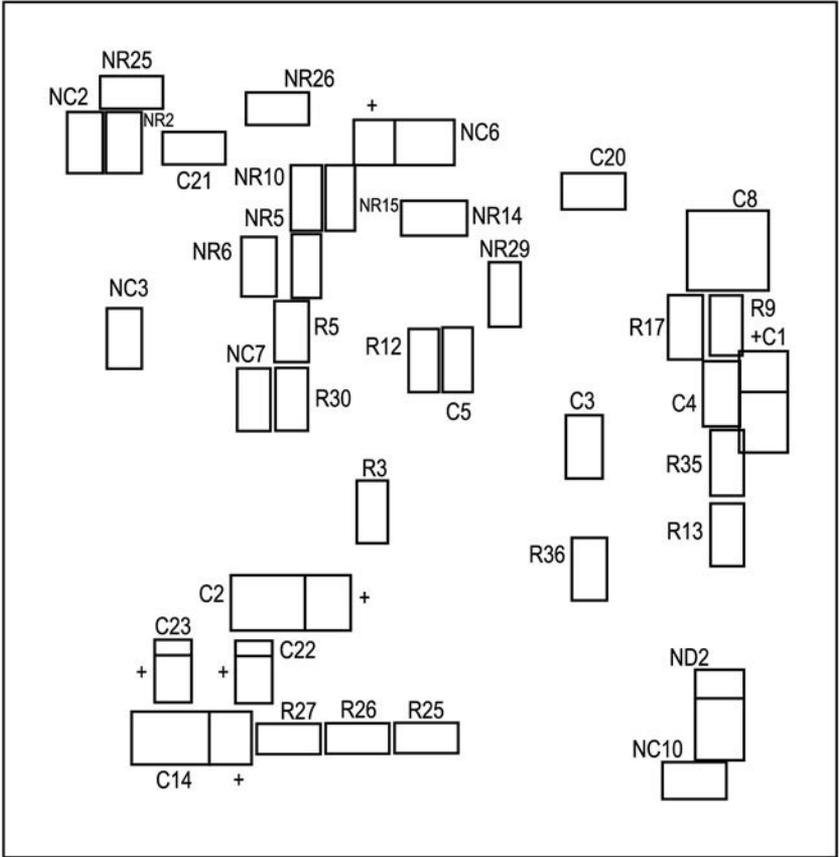
여기서 Q_a = 실제 가스의 질량 유량 (sccm)
Q_r = 기준 가스의 질량 유량(sccm)
K_a = 실제 가스의 K factor
K_r = 기준 가스의 K factor

예를 들어, 산소의 유량을 알고 1000SCCM의 질소로 조정을 하려고 하는 경우, 산소의 유량은:

$$Q_{O_2} = Q_a = Q_r \times K = 1000 \times 0.9926 = 992.6 \text{ sccm}$$

여기서 K = 기준 가스에 대한 상대적 K factor (산소 대 질소)

구성 부분도



측정 PC 보드 (하부도)

부록 2

가스 함수 테이블 (k factor)

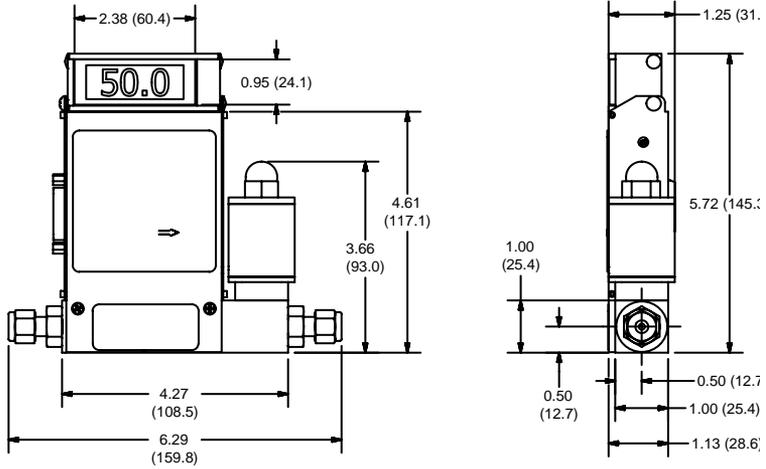
주의: K- 함수는 단지, 근사값일 뿐입니다 +/- 5 to 10% 이상의 정확도를 요구하는 경우에는 K함수를 사용해서는 안됩니다.

실제 가스	N ₂ 대비 K 함수	C _p (Cal/g)	밀도 [g/l]
아세틸렌 C ₂ H ₂	.5829	.4036	1.162
공기	1.0000	.240	1.293
알렌 (Propadiene) C ₃ H ₄	.4346	.352	1.787
암모니아 NH ₃	.7310	.492	.760
아르곤 Ar	1.4573	.1244	1.782
아르곤 AR-1 (>10 L/min)	1.205	.1244	1.782
아르신 AsH ₃	.6735	.1167	3.478
삼염화붕소 BCl ₃	.4089	.1279	5.227
오불화탄소 BrF ₅	.5082	.1778	3.025
삼불화붕소 BF ₃	.8083	.0539	7.130
브롬 Br ₂	.38	.0647	11.18
삼브롬화보론 Br ₃	.26	.1369	7.803
오불화 탄소 BrF ₅	.3855	.1161	6.108
삼불화 탄소 BrF ₃	.3697	.1113	6.644
브로모트리플루오로메탄 (Freon-13 B1) CBrF ₃	.3224	.3514	2.413
1,3-부타디엔 C ₄ H ₆	.2631	.4007	2.593
부탄 C ₄ H ₁₀	.2994	.3648	2.503
1-부탄 C ₄ H ₈ CIS	.324	.336	2.503
2-부탄 C ₄ H ₈ TRANS	.291	.374	2.503
이산화 탄소 CO ₂	.7382	.2016	1.964
이산화 탄소 CO ₂ -1 (>10 L/min)	.658	.2016	1.964
이황화 탄소 CS ₂	.6026	.1428	3.397
일산화 탄소 CO	1.00	.2488	1.250
사염화 탄소 CCl ₄	.31	.1655	6.860
사불화탄소 (Freon-14)CF ₄	.42	.1654	3.926
불화 카르보닐 COF ₂	.5428	.1710	2.945
황화 카르보닐 COS	.6606	.1651	2.680
염화물 Cl ₂	.86	.114	3.163
삼불화 염소 ClF ₃	.4016	.1650	4.125
클로로다이플루오로메탄 (Freon-22) CHClF ₂	.4589	.1544	3.585
클로로포름 CHCl ₃	.3912	.1309	5.326
클로로 펜타 프루오로 메탄 (Freon-115) C ₂ ClF ₅	.2418	.164	6.892
클로로트리플루오르메탄 (Freon-13) CClF ₃	.3834	.153	4.660
사이아노젠 C ₂ N ₂	.61	.2613	2.322
시아나화 염소 ClCN	.6130	.1739	2.742
짜이크로프로판 C ₃ H ₅	.4584	.3177	1.877

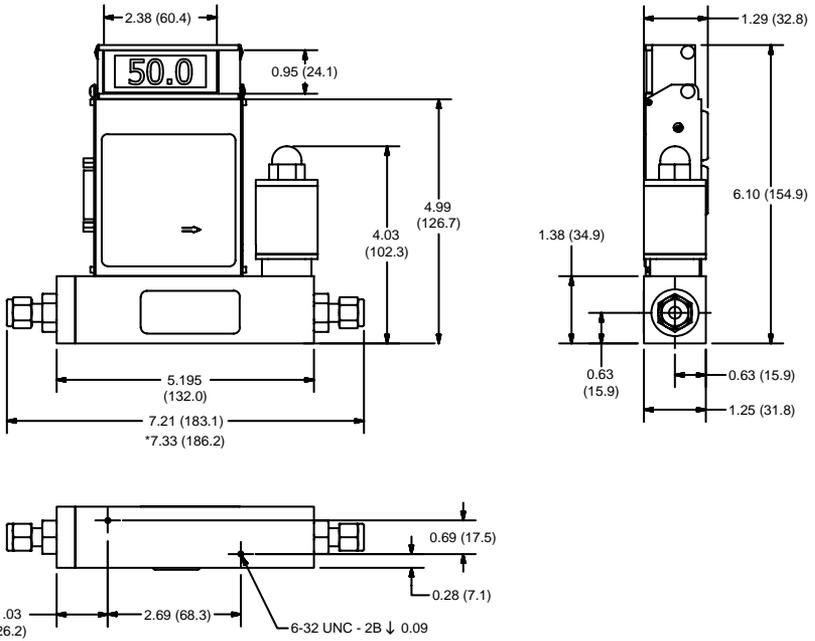
실제 가스	N ₂ 대비 K 함수	C _p (Cal/g)	밀도 [g/l]
뉴테롭 D2	1.00	1.722	1.799
디보란 B2H6	.4357	.508	1.235
디브로모디플루오로메탄 CBr2F2	.1947	.15	9.362
다이클로로다이플루오로메탄 (Freon-12) CCl2F2	.3538	.1432	5.395
다이클로로플루오로플루오로메탄 (Freon-21) CHCl2F	.4252	.140	4.592
다이클로로메틸실란 (CH3)SiCl2	.2522	.1882	5.758
디클로로실란 SiH2Cl2	.4044	.150	4.506
다이클로로테트라플루오로에테인 (Freon-114)C2Cl2F4	.2235	.1604	7.626
1.1 다이플루오로에틸렌 (Freon-1132A)C2H2F2	.4271	.224	2.857
디메틸에테르 (CH3)NH	.3714	.366	2.011
Dimethyl Ether (CH3)2O	.3896	.3414	2.055
2,2- 다이메틸프로페인 C3H12	.2170	.3914	3.219
에탄 C2H6	.50	.420	1.342
에탄올 C2H6O	.3918	.3395	2.055
에틸아세틸렌 C4H6	.3225	.3513	2.413
염화에탄 C2H5Cl	.3891	.244	2.879
에틸렌 C2H4	.60	.365	1.251
산화에틸렌 C2H4O	.5191	.268	1.965
불소 F2	.9784	.1873	1.695
플루오르포름 (Freon-23)CHF3	.4967	.176	3.127
프레온-11 CCl3F	.3287	.1357	6.129
프레온-12 CCl2F2	.3538	.1432	5.395
프레온-13 CCIF3	.3834	.153	4.660
프레온-13B CBrF3	.3697	.1113	6.644
프레온-14 CF4	.4210	.1654	3.926
프레온-21 CHCl2F	.4252	.140	4.592
프레온-22 CHClF2	.4589	.1544	3.858
프레온-113 CCl2FCClF2	.2031	.161	8.360
프레온-114 C2Cl2F4	.2240	.160	7.626
프레온-115 C2ClF5	.2418	.164	6.892
프레온-C318C4F8	.1760	.185	8.397
Germane GeH4	.5696	.1404	3.418
사수소화 게르마늄 GeCl4	.2668	.1071	9.565
헬륨 He	1.454	1.241	.1786
헬륨 He1- (>50 L/min)	2.43	1.241	.1786
헬륨 He2- (>10-50 L/min)	2.05	1.241	.1786
헥사플루오로에탄 C2F6 (Freon-116)	.2421	.1834	6.157
헥산 C6H14	.1792	.3968	3.845
수소 H2-1	1.0106	3.419	.0899
수소 H2-2 (>10-100 L)	1.35	3.419	.0899
수소 H2-3 (>100 L)	1.9	3.419	.0899

실제 가스	N ₂ 대비 K 합수	C _p (Cal/g)	밀도 [g/l]
브롬화수소 HBr	1.000	.0861	3.610
염화수소 HCl	1.000	.1912	1.627
시아나화 수소 HCN	.764	.3171	1.206
수소 불화물 HF	.9998	.3479	.893
요화 수소 HI	.9987	.0545	5.707
셀렌화수소 H ₂ Se	.7893	.1025	3.613
황화수소 H ₂ S	.80	.2397	1.520
요오드펜타플루오르화 IF ₅	.2492	.1108	9.90
이소부탄 CH(CH ₃) ₃	.27	.3872	3.593
이소부틸렌 C ₄ H ₈	.2951	.3701	2.503
크립톤 Kr	1.453	.0593	3.739
메탄 CH ₄	.7175	.5328	.715
메탄 CH ₄ -1 (> 10 L/min)	.75	.5328	.715
메탄올 CH ₃	.5843	.3274	1.429
메틸아세틸렌 C ₃ H ₄	.4313	.3547	1.787
메틸 브롬화물 CH ₃ Br	.5835	.1106	4.236
염화메탄 CH ₃ Cl	.6299	.1926	2.253
플루오르화메틸 CH ₃ F	.68	.3221	1.518
메틸메르캡탄 CH ₃ SH	.5180	.2459	2.146
메틸 트리클로실란 (CH ₃) SiCl ₃	.2499	.164	6.669
육불화몰리브덴 MoF ₆	.2126	.1373	9.366
모노에틸아민 C ₂ H ₅ NH ₂	.3512	.387	2.011
모노메틸아민 CH ₃ NH ₂	.51	.4343	1.386
네온 NE	1.46	.246	.900
산화질소 NO	.990	.2328	1.339
질소 N ₂	1.000	.2485	1.25
이산화질소 NO ₂	.737	.1933	2.052
삼불화질소 NF ₃	.4802	.1797	3.168
니트로실염화물 NOCl	.6234	.1632	2.920
일산화질소 N ₂ O	.7128	.2088	1.964
8불화시크로부탄 (Freon-C318)C ₄ F ₈	.176	.185	8.397
산소 O ₂	.9926	.2193	1.427
이불화산소 OF ₂	.6337	.1917	2.406
오존	.446	.195	2.144
펜타보레인 B ₅ H ₉	.2554	.38	2.816
펜탄 C ₅ H ₁₂	.2134	.398	3.219
불화 퍼클로릴 ClO ₃ F	.3950	.1514	4.571
퍼플루오로프로판 C ₃ F ₈	.174	.197	8.388
포스겐 COCl ₂	.4438	.1394	4.418
포스핀 PH ₃	.759	.2374	1.517

실제 가스	N ₂ 대비 K 합수	Cp (Cal/g)	밀도 [g/l]
인 옥시염화물 POCI ₃	.36	.1324	6.843
올불화인PH ₅	.3021	.1610	5.620
인 트리염화물 PCI ₃	.30	.1250	6.127
프로판 C ₃ H ₈	.35	.399	1.967
프로필렌 C ₃ H ₆	.40	.366	1.877
실란 SiH ₄	.5982	.3189	1.433
사염화규소 SiCl ₄	.284	.1270	7.580
사불화실리콘 SiF ₄	.3482	.1691	4.643
아황산 가스 SO ₂	.69	.1488	2.858
육불화황 SF ₆	.2635	.1592	6.516
황화불소 SO ₂ F ₂	.3883	.1543	4.562
테트라플루오로에테인 (Forane 134A) CF ₃ CH ₂ F	.5096	.127	4.224
테트라플루오로히드라진 N ₂ F ₄	.3237	.182	4.64
트리클로로플루오로메탄 (Freon-11) CCl ₃ F	.3287	.1357	6.129
트리클로로실란 SiHCl ₃	.3278	.1380	6.043
1.1.2-트라이 클로로 -1.2.2 트라이 플로로메탄 (Freon-113) CCl ₂ FCClF ₂	.2031	.161	8.36
트리소부틸 알루미늄 (C ₄ H ₉) ₃ AL	.0608	.508	8.848
사염화티타늄 TiCl ₄	.2691	.120	8.465
트리클로로에틸렌 C ₂ HCl ₃	.32	.163	5.95
트리메틸아민 (CH ₃) ₃ N	.2792	.3710	2.639
6불화텅스텐 WF ₆	.2541	.0810	13.28
비닐브롬화물 CH ₂ CHBr	.4616	.1241	4.772
염화 비닐 CH ₂ CHCl	.48	.12054	2.788
크세논 Xe	1.44	.0378	5.858

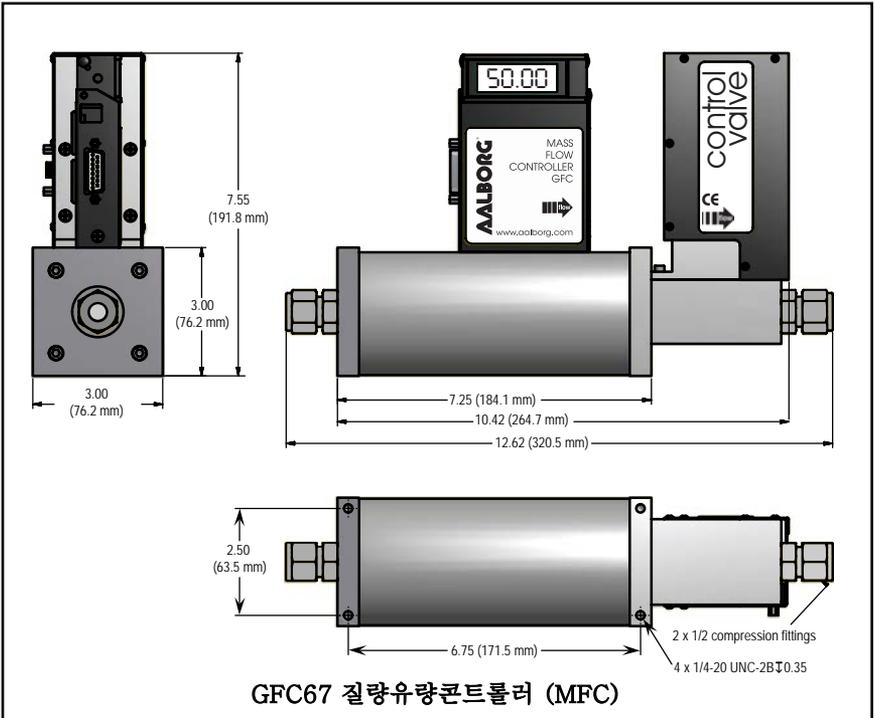
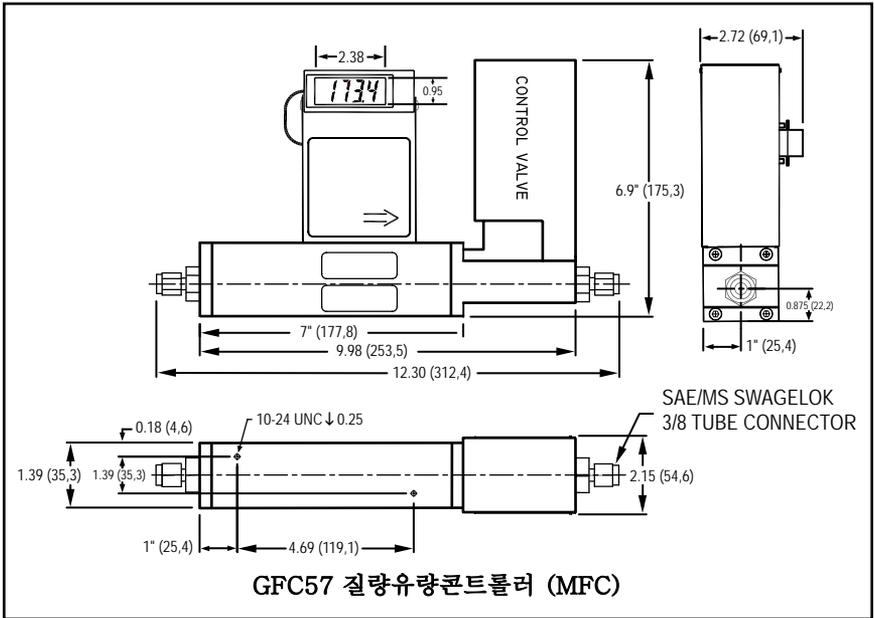


GFC17 질량유량컨트롤러(MFC)

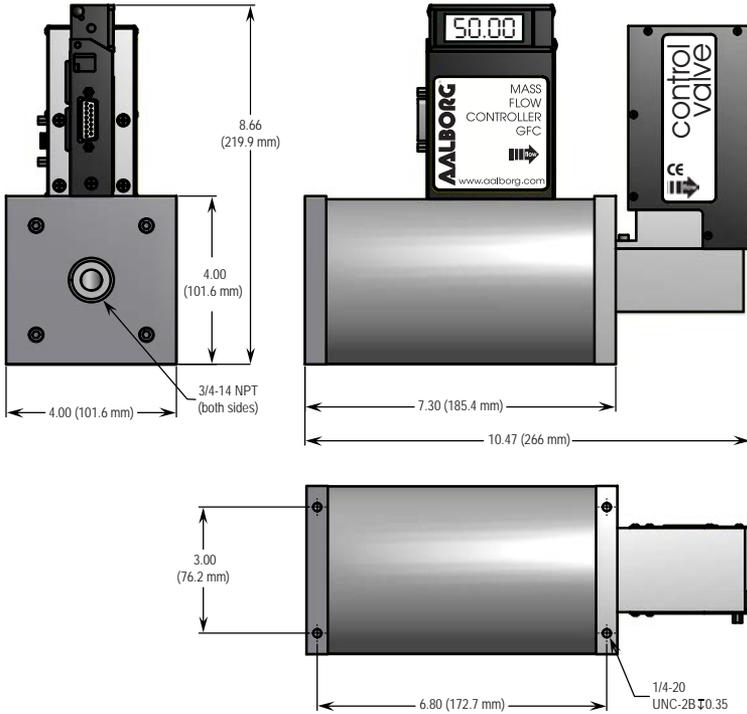


GFC 37/47 질량유량컨트롤러 (MFC)

노트: Aalborg® 은 통지 없이 언제든지 단독으로 설계와 치수를 변경할 수 있는 권리를 가집니다. 인증된 입체치수도면은 Aalborg® 에 연락하시기 바랍니다



노트: Aalborg® 은 통지 없이 언제든지 단독으로 설계와 치수를 변경할 수 있는 권리를 가집니다. 인증된 입체치수도면은 Aalborg® 에 연락하시기 바랍니다



GFC77 질량유량컨트롤러 (MFC)

노트: Aalborg®은 통지 없이 언제든지 단독으로 설계와 치수를 변경할 수 있는 권리를 가집니다. 인증된 입체치수도면은 Aalborg®에 연락하시기 바랍니다

부록 4

보증

Aalborg® 제품은 구입일로부터 일(1)년간 부품과 제품에 대한 보증을 제공합니다. 교정 밀봉을 임의로 파손하지 않은 경우에 한해 구입일로부터 6개월간 교정이 보장됩니다. 고객께서 선택하신 장비는 사용할 가스에 적합한 재질로 제작 되었다고 확신 합니다. 올바른 선택은 고객의 책임입니다. 압축 가스는 사용자 와 장비에 근본적으로 위험하다는 것을 이해해야 하며, 장비에 대한 기본적인 지식을 가진 제한된 운전자 만이 본 보증의 적용을 받는 장비를 컨트롤 및 운전할 수 있도록 하는 것은 고객의 책임으로 간주됩니다. 이에 반하는 내용에 대해서는 자동적으로 Aalborg®가 책임지지 않으며 장비는 본 보증을 받을 수 없습니다. 결함이 있는 제품의 수리 및 교체는 Aalborg®의 독단적 판단에 의해 무료로 수행 할 것입니다. 선적비용은 고객의 부담입니다. 장비를 사고 또는 잘못 사용 하여 손상 시키거나 Aalborg® 또는 공장에서 인정하는 서비스 설비를 갖추지 않은 자가 수리 또는 개조하는 경우 본 보증의 효력은 무효화 됩니다.

이 보증은 Aalborg®의 책임을 정의하며 기타 다른 명시적 또는 암시적 보증은 인정되지 않습니다.

.노트: 섹션 1.3에 있는 반품 절차를 참고 하십시오

상 표

Aalborg(알보그) 는 알보그사의 기계들과 운영에 대한 등록된 상표이다.

Buna(부나) 는 듀폰트 다우 일레스토미터 의 등록된 상표이다.

Kalrez(칼레즈) 는 듀폰트 다우 일레스토미터의 등록된 상표이다.

VCR(브이시알) 은 크로포드 피팅 유회사의 등록된 상표이다.

Viton(비톤)은 듀폰트 다우 일레스토미터 유회사의 등록된 상표이다.

Products Manufactured By Aalborg

ROTAMETERS

Single Tube

Aluminum / Brass / Stainless ● Interchangeable Glass Flow Tubes ● Optional Valves

Multiple Tube

Two to Six Channels ● Aluminum or Stainless

PTFE Single and Multiple Tube

Chemically Inert ● 1 to 4 Channels ● Interchangeable Glass Flow tubes

PTFE - PFA

Chemically Inert ● Low to Medium Flow of Corrosive Liquids with PFA Flow Tube

Kits

Aluminum / Stainless / PTFE ● Including Five Glass Flow Tubes and a Set of Floats

Gas Proportioners

Aluminum / Stainless ● Used for Blending Two or Three Gases

Medium Range

Glass Safety Shield ● Dual Air and Water Scale

Optical Sensor Switch

Non-Invasive Means for Detection of a High or Low Flow

High Flow Industrial Stainless Steel Flow Meters

Heavy Duty Stainless Steel ● Direct Reading Air and Water Scales

VALVES

Barstock

Brass or Stainless ● Standard or High Precision

PTFE

Chemically Inert ● Needle or Metering

Proportionating Solenoid

Stainless ● For Controlling Gas or Liquid Flow

● Pulse width Modulated

SMV ● Stepping Motor Valve

PERISTALTIC PUMPS

Fixed RPM Pumps

Pump Heads

Tubing Pumps

Variable Speeds

Dispensing Pumps

Flexible Tubings

ELECTRONIC METERS & CONTROLLERS

Low Cost Mass Flow Meters

Aluminum or Stainless ● With or Without LCD Readout

Low Cost Mass Flow Controllers

Aluminum or Stainless ● With or Without LCD Readout

Mass Flow Controllers

Stainless ● One to Four Channel Systems

Digital Mass Flow Controllers

Auto Zero ● Totalizer ● Alarms = Built in RS485

Multi-Parameter Digital Mass Flow Meters

Displays Flow Pressure and Temperature

Paddle Wheel Meters

For Liquids ● Optional Temperature Measurements

Vortex In-Line and Insertion Flow Meters

Steam / Liquid and Gas Service

Smart Rate / Totalizer / Signal Conditioner

LCD Keypad ● RS232 / 485 ● Pulse Output ● Alarms