LKM2000A

O_2 / CO_2 GAS ANALYZER

USER MANUAL

DOCUMENT NUMBER ; LOKASDN007A
REVISION DATE ; 2002.06.05

LOKAS AUTOMATION Co.,Ltd.
http://www.lokas.co.kr
lokas@lokas.co.kr
Tel: 82-42-863-8301
Fax: 82-42-863-8304

차 례

1. 개요

1.1 용도 및 특징

• LKM2000A 발효용 가스분석기는 미생물 발효 또는 세포배양 공정에서 인입 가스 또는 배기가스 중에 함유된 O_2/CO_2 농도를 온라인으로 측정하는 장비 입니다.

• Membrane 필터를 사용하는 가스 샘플링 방식(실용신안등록)을 적용하여 액체의 유입을 완벽하게 방지하여 줍니다.

• 자동 채널 스캔(Scan)기능을 내장하여 최대 5 대의 공정 발효조를 동시에 연결하여 사용할 수 있습니다.

• 8 채널(4 시스템)의 0~5VDC 아날로그 출력이 Real time 으로 제공됩니다.

• PC Monitoring(RS232) 프로그램(option)이 제공 됩니다.

• O_2 측정부는 CiTi Cel 를 채택 하였고, CO_2 측정부는 비분산 적외선 흡수(NDIR)식 센서를 채용하였습니다.

• 4Digit,7-Segment 표시방식을 채택 하였습니다.

1.2 사양

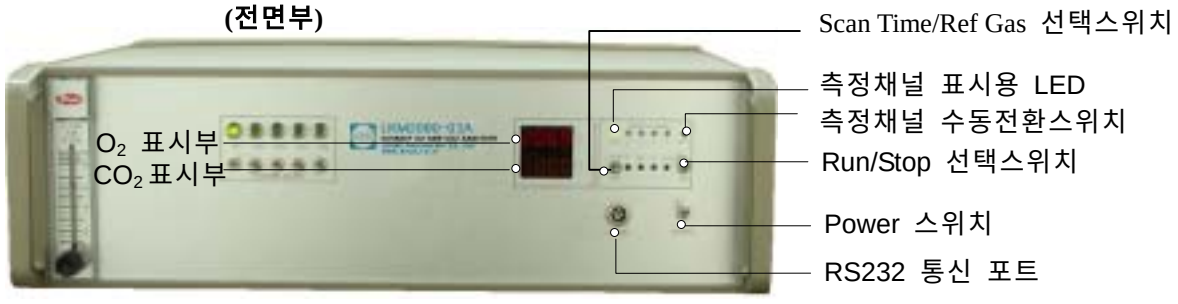
- O_2 sensor
  - . Measuring method : Electro-chemical type
  - . Measuring range : 0 ~ 30% vol. 0-100% vol. (option)
  - . Accuracy : ±1% / full scale
  - . Response time : app. 15 sec
  - . Operating temperature : -10 ~ 45°C
  - . Operating humidity : 5 ~ 95% RH(none condensing)
- CO_2 sensor
  - . Measuring method : NDIR
  - . Measuring range : 0 ~ 30% vol.
  - . Accuracy : ±1% / full scale
  - . Resolution : < 6000ppmv
  - . Response time : < 10 sec
  - . Operating temperature : -10 ~ 50°C
  - . Operating humidity : 0 ~ 100% RH(none condensing)
- Gas input channel
  - . Measuring input : 5ch (such as fermenter)
- Output signal
  - . Analog output : 0 ~ 5V , 8ch(O_2, CO_2 x 4ch)
- Display : 4 digit, 7-segment display
- Scan time set : 60sec Fixed
- Input power : 220VAC 50/60Hz 100WH
- Dimension
  - .LKM2000-03A(WxDxH): 435mm x 360mm x 132.5mm

1.3 시스템 구성

1.3.1 Measurement Unit : LKM2000A 은 전기화학식의 O_2 센서와 비 분산 적외선(NDIR) 방식의 CO_2 센서를 적용하였습니다. **Measurement Unit** 의 주 제어장치는 센서 측정신호를 디지탈 데이터로 변환하며, 7-세그먼트 데이터 표시장치 구동하고, OPERATION KEY 신호를 입력을 받습니다. 또한 **Measurement Unit** 의 주 제어장치는 **Multi Channel Unit** 로부터 측정하고자 하는 채널신호를 입력 받으며, Scan (1 분 간격) 방식으로 측정 채널의 Valve 구동신호를 출력합니다.

Measurement Unit 의 주 제어장치에서는 측정된 신호의 외부출력을 위하여 두개의 RS232 통신채널이 있습니다. 하나는 **아날로그 출력보드**에 RS232 통신하여 측정 데이터를 전달하며, 아날로그 출력 보드는 각 채널별 측정 데이터를 넘겨받아 이들 신호를 0-5VDC 의 아날로그 신호로 변환한 후 외부로 출력합니다. 다른 하나는 PC 와 직접 연결되도록 전면 판넬에 설치되어 있으며 PC Monitoring Software(WINDOWS 98 BASED)는 Option 으로 제공됩니다.

LKM2000A Main Unit
(전면부)



LKM2000A Main Unit
(후면부)

1.3.2 Multi channel Unit : Multi channel Unit/LKM2000A-MC 는 최대 5 채널의 측정가스를 인입 받아 해달 채널의 Gas 를 Sampling 하여 **Measurement Unit** 에 공급하는 장치입니다. LKM2000A 전면부에는 "Channel Select Switch"와 " LED display" 그리고 측정가스의 "유량 조절/표시기"가 설치되어 있으며, "Selected Channel Signal Output"와 "Valve Drive Signal Input", 그리고 "5 Measurement Gas Inlet Port"와 Main Unit 에 연결되는 1 개의 " Sampling Gas Outlet Port"가 있습니다. 그밖에 "CO_2 Reference Gas 입력 스위치"가 있습니다.

LKM2000A-MC Multi Channel Unit
(전면부)

LKM2000A-MC Multi Channel Unit
(후면부)

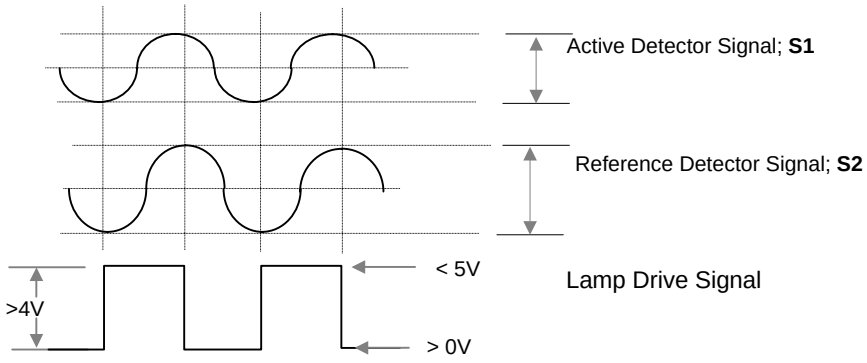
2. 측정부

2.1 CO_2 센서

LKM2000A CO_2 센서는 0 ~ 30% vol. 범위의 CO_2 를 6000ppmv 의 정확도로 측정해주는 비 분산형 적외선(NDIR)방식의 가스 검출기로서, 적외선영역의 스펙트럼(Spectrum)상에서 흡수율이 가장 좋은 파장(band)의 빔을 대상가스에 조사하여 흡수된 양으로서 농도를 결정하는 원리를 사용하고 있습니다. LKM2000A CO_2 는 0 ~ 100%의 상대습도와 -10℃ ~ +50℃의 사용온도 범위를 가지고 있으며, 비부식성의 Polyacetal 구조로 제작되어 H_2S 에 장기간 노출되도 문제가 없고 대부분의 약산(weak acid)과 솔벤트(Solvent)등에도 강한 저항력을 가집니다.

2.2 CO_2 측정

측정부는 측정가스가 유입되는 광 챔버와 광원으로 사용되는 긴 수명의 텅스텐 필라멘트 램프, 그리고 표면에 입사 되는 열 에너지의 변화를 검출하여 출력신호로 제공하는 검출기로 구성되어 있습니다. 광원으로 사용되는 램프에 공급되는 전원은 4Hz, 50% duty 비율의 펄스형태로 공급/제어되며, 이것은 광원의 조사에 따른 챔버 내부에서의 간섭효과를 감소/제거하기 위한 목적입니다.



< Detector Signal as Function of Lamp Drive >

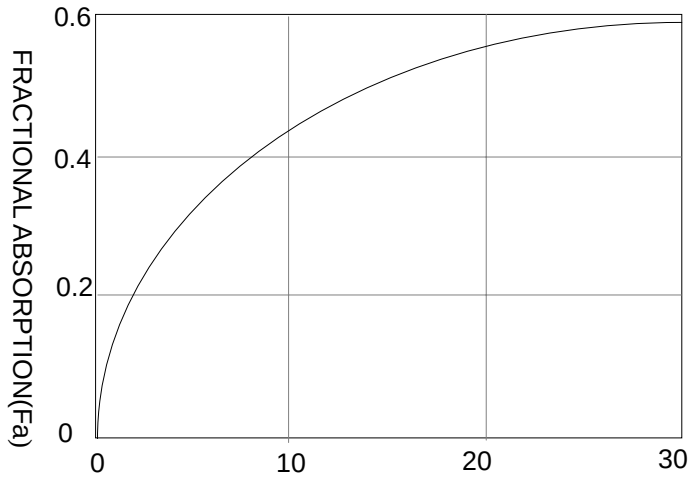
램프로 부터 방사되는 적외선 영역의 빔은 두개의 서로 다른 광 필터를 거쳐 특정 파장으로 필터링 되며, 필터링 된 두개의 빔은 주 검출기(Active Detector)용 광 소스(source)와 기준 검출기(Reference Detector)용 광 소스(source)로 사용됩니다. 주 검출기용 광 소스(source)는 전자기파 스펙트럼상에서 CO_2 흡수율이 가장 높은 대역의 파장으로 필터링된다. 이러한 주 검출기용 광 소스는 챔브 내부의 측정 대상가스를 경유하여 CO_2 에 흡수된 후 주 검출기의 센서표면에 입사 되어 입사량에 비례하는 출력신호를 발생합니다. 또한 기준 검출기용 광 소스는 CO_2 흡수율이 가장 낮은 다른 파장으로 필터링된다. 따라서 기준검출기는 CO_2 가스의 흡수에 의한 신호의 감쇠가 없는(측정의 기준이 되는) 출력신호를 제공합니다. 즉 기준 검출기는 CO_2 농도의 산출을 위한 기준 값을 제공하고, 주 검출기는 CO_2 의 농도에 반 비례하는 신호를 제공합니다. 이와 같은 두 검출기 출력신호의 관계는 다음의 분수 방정식(Fa)으로 표현됩니다.

$Fa = 1 - [S1 / (R.S2)]$

S1:주 검출기의 출력신호값(peak to peak)/ S2: 기준 검출기의 출력신호값(peak to peak)

R = S1' / S2' (S1' 과 S2'는 0% CO_2(100% N_2) 조건에서 측정된 S1 과 S2 값)

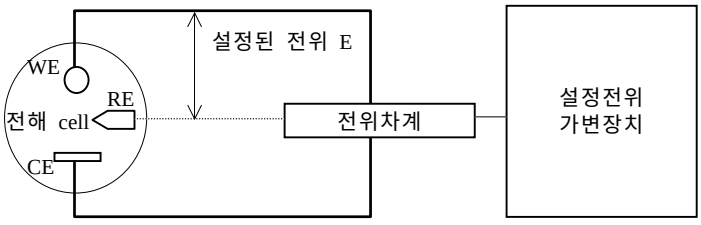
주 검출기와 기준 검출기의 출력신호는 신호 증폭기를 거쳐 유용한 신호레벨로 증폭되고, 옵 셋(off-set) 보상 및 노이즈 필터링된 교류신호로 나타납니다. 이 신호는 아날로그 입력회로를 거쳐 디지털 신호로 변환되며, 컴퓨터 연산에 의해 Fa 값이 획득됩니다. 이 값은 컴퓨터 메모리에 기록된 Fa / % 환산표(아래 그림 참조)에 의해 vol. % 단위의 CO_2 농도로 환산되어 표시됩니다.



< Typical Sensitivity to 0 to 30 % vol.CO_2 >

2.2 O_2 센서

전기화학식센서(Electro-Chemical Sensor)는 산화 및 환원반응을 일으키는 전해액으로 구성되어 있으며, 전해액은 고형화 전극으로 연료전지형 형태의 구조물에 보관되어 집니다. 전기화학식센서는 감지전극(Sensing Electrode), 대극(Counter Electrode), 기준전극(Reference Electrode).으로 구성되어 있습니다. 감지전극은 감지대상가스가 흡착하면 산화작용을 하여 가스의 농도를 감지하며, 대극은 상대적인 환원반응을 감지하고, 기준전극은 양 극(감지전극 과 대극)의 전위 유지에 이용됩니다.



WE: 감지전극, CE: 대극, RE: 기준전극

< 전기화학식 센서의 구조 >

전기화학식 O_2 센서의 특징은 다음과 같습니다.

- 연료전지형 형태로 설치가 용이하며, 장기적인 안전성을 유지합니다.

- 모세관 확산방지기술을 적용하여 낮은 온도에서의 작용과 압력에 영향을 적게 받습니다.
- 방해가스에 대한 영향이 작고 선택성, 직선성, 반응속도 및 정확도가 뛰어납니다.
- 반복검지가 가능하며 재현성이 우수합니다.
- 기준가스에 의한 교정만으로 고감도를 유지할 수 있습니다.
- 감지소자의 수명은 약 12 개월 정도 입니다.

2.3 O_2 측정

기준전극에 대하여 감지전극과 대극사이의 전위는 항상 일정하게 유지되고, 감지대상가스가 센서에 유입되면 감지전극의 표면에 흡착됩니다. 흡착된 가스는 빠른 속도로 가스의 농도에 비례하는 산화 및 환원 반응을 시작하고, 이러한 산화 및 환원 반응은 감지전극과 기준전극사이의 전위를 변화시킵니다. 이때의 전위의 변화는 패러데이법칙에 의하여 가스농도와 비례하는 전류(uA)변화로 나타납니다. 발생된 전류출력은 신호증폭기를 통하여 4 -20mA 의 전류신호로 출력 되었다가 다시 1 ~ 5V 의 전압신호로 변환되고, AD 변환되어 컴퓨터에 입력됩니다. 컴퓨터에 입력된 디지털 신호는 수백 번 이상의 평균 연산을 통하여 흔들림이 없는 % vol. 단위의 O_2 측정값으로 표시됩니다. 여기서 센서의 전류신호와 O_2 측정값은 비례 합니다.

3 교 정

연속 사용에 의한 측정환경의 변화는 결과값의 오차로 나타납니다. 측정값이 정확성하게 유지하기 위해서는 정기적인 교정작업이 요구됩니다. LKM2000-03 의 교정작업은 내장된 마이크로 프로세스에 의해 디지털 방식으로 이루어 집니다. 교정에 사용되는 표준가스는 [표 1]과 같습니다.

[표 1 교정가스와 교정항목]

교정가스	교정항목
대기중 Air (O_2=20.9 % vol. / Co_2 = 0% vol.)	O_2 Span.
	Co_2 Zero
Co_2 표준가스 (Co_2 =표준량 / O_2 =0 % vol./ N_2 Balance)	O_2 Zero
	Co_2 Span

3.1 교정 전 준비작업

3.1.0 시스템 WARMING-UP

최초전원 투입시에는 채널 선택스위치에서 3,4,5 채널 중 하나를 선택한 후 시스템을 RUNNING 상태로 약 2 시간 이상 유지하여 줍니다.

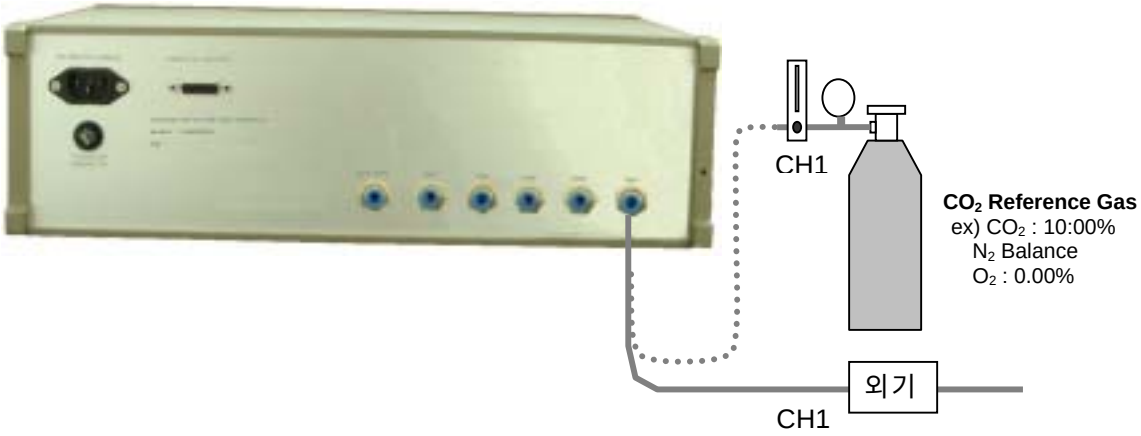
3.1.1 Co_2 Reference Data 입력

1) LKM2000-MC 후면부에 있는 [Co_2 REF/SCAN TIME]스위치를 Co_2 REF 위치로 합니다.
2) DISPLAY 창 상단의 적색 표시창에 “Ref “가 표시됩니다.
   하단의 녹색 표시창에 이전.DATA 가 표시됩니다.
3) 준비된 Co_2 교정가스 용기에 기록된 Co_2 함량을 확인한 후
4) LKM2000-MC 후면부에 있는 [UP][DWN]스위치를 이용하여 Co_2 REF.DATA 를 수정합니다.
   - [UP][DWN]를 동시에 누르면 1.00 씩 증가힙니다
   - [UP]를 누르면 0.01 씩 증가합니다
   - [DWN]을 누르면 0.01 씩 감소합니다

*** 입력범위는 2.90%에서 25.00%까지 설정 가능 합니다**

3.2 O_2 교정

O_2 은 외기를 아래와 같이 연결합니다. 공기(외기)중에 함유된 O_2; 20.98% Co_2 ; 0.00%를 교정데이터로 사용합니다.



3.2.1 O_2 교정

1.외기를 LKM2000-MC 후면부의 CH1 에 연결한 후 LKM2000-MC 전면부의 선택스위치를 [CH1]만 'ON"하고 나머지는 OFF 합니다.

2. LKM2000-03 전면부의 표시창에 (SCAN TIME – 45 초) 후에 O_2 및 Co_2 DATA 가 표시됩니다. 이전 교정상태가 잘못되었다면 DATA 가 잘못표시 될 수도 있습니다. 이 경우 이를 무시하시고 약 3 분 이상 기다려 표시값이 흔들리지 않고 안정된 것을 확인합니다.

3. LKM2000-03 전면부의 [O_2 CAL]버튼을 약 3-5 초 정도 눌러 줍니다. O_2;20.98, Co_2;0.00%가 표시되면 O_2 교정이 완료 되었습니다.

3.2.2 Co_2 교정

1. Co_2 교정가스를 LKM2000-MC 후면부의 CH1 에 연결한 후 LKM2000-MC 전면부의 선택스위치를 [CH1]만 'ON"하고 나머지는 OFF 합니다.

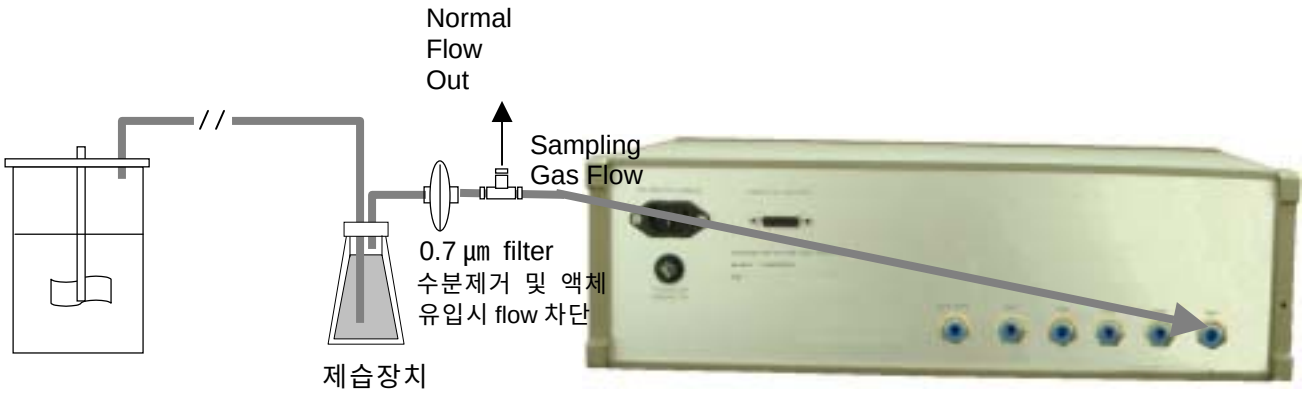
2. LKM2000-03 전면부의 표시창에 (SCAN TIME – 45 초) 후에 O_2 및 Co_2 DATA 가 표시됩니다. 이전 교정상태가 잘못되었다면 DATA 가 잘못표시 될 수도 있습니다. 이 경우 이를 무시하시고 약 3 분 이상 기다려 표시값이 흔들리지 않고 안정된 것을 확인합니다.

3. LKM2000-03 전면부의 [Co_2 CAL]버튼을 약 3-5 초 정도 눌러 줍니다. O_2; 0.00, Co_2;(설정값)%가 표시되면 Co_2 교정이 완료 되었습니다.

3.2.3 정확한 교정을 위해 위 3.2.1 과 3.2.2 항을 최소한 2 회 이상 반복해 주어야 합니다

4 측정방법

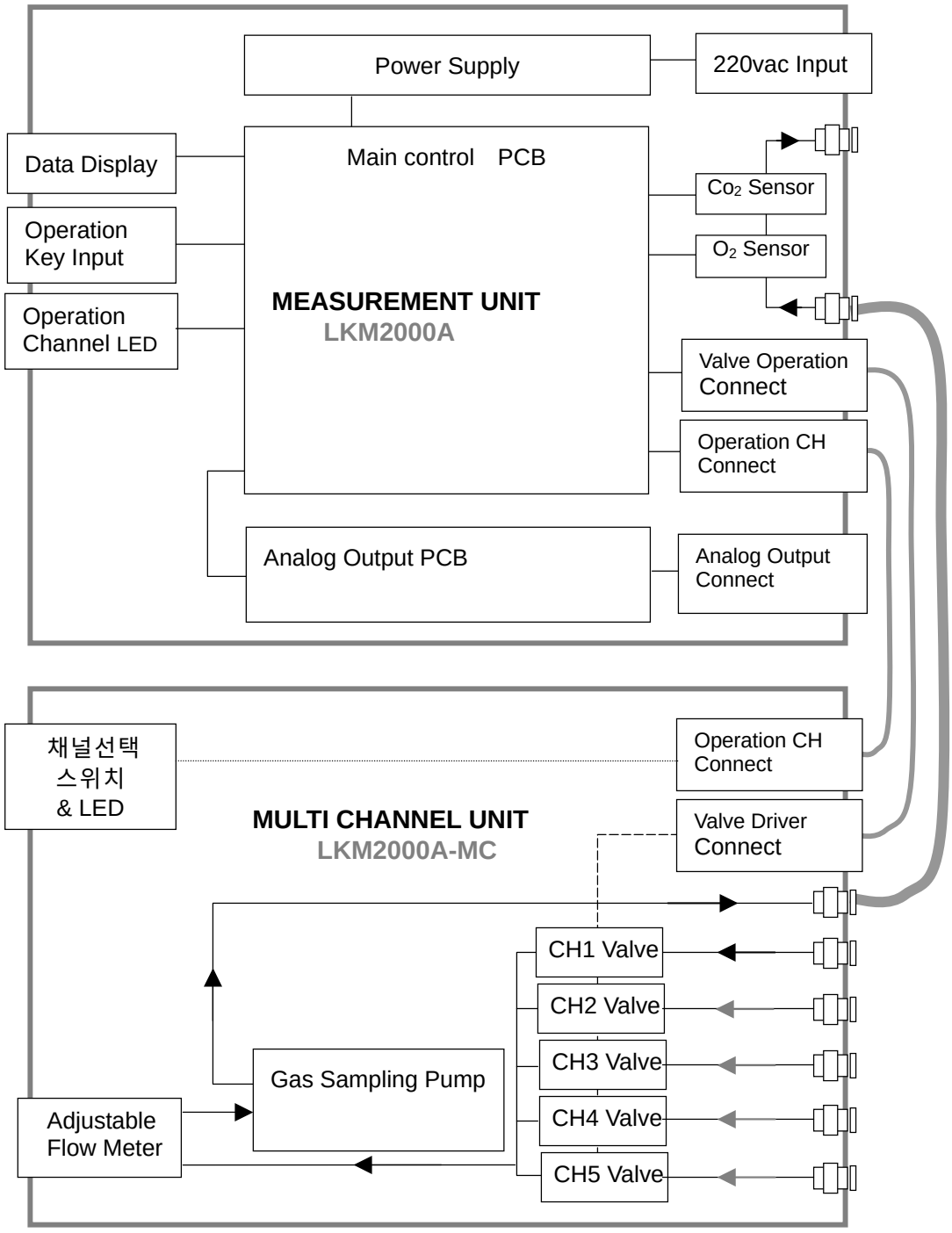
4.1 Sampling Gas line 연결방법



4.2 측정

순번	Operation	
준비 1	Power 를 On 한 후 Running(측정)상태에서 약 2 시간정도 시스템 Warming-up 합니다.	
준비 2	대상채널에 Sampling Gas Line 을 연결을 확인합니다.	연결방법: 4.1 절 참조
준비 3	필요시 교정작업을 실시합니다.	교정방법: 3 절 참조
측정 1	Multi channel unit 에서 측정하고자 하는 채널의 스위치를 On 상태로 합니다.	
측정 2	Measurement Unit 에서 Run/Stop 스위치를 Run 상태로 합니다.	Flow rate 를 확인합니다
상태 1	- Measurement Unit 에 있는 Operation Channel LED 에서는 현재 측정 중인 Channel 의 LED 가 깜빡입니다.	측정순서: ch1,2,3,4,5,chl1,2…. (Off 채널은 건너 뜁니다)
상태 2	- 최초 측정 시에는 약 45 초 후 Data 표시 창에 측정값이 나타납니다. 측정값은 내부 메모리에 저장되며, 아날로그 출력 보드에도 전송됩니다 (다음 채널의 측정을 모두 종료한 후 반복측정 때에는 메모리에 저장된 이전 값이 표시되며 약 45 초 후 현재의 값으로 바뀝니다) - 1 분 후 다음 채널을 측정합니다. - 다른 모든 On 채널을 측정한 후 다시 처음 채널로 되돌아가 반복측정 합니다.	아날로그 신호가 출력되며 PC Monitoring 이 가능해집니다.

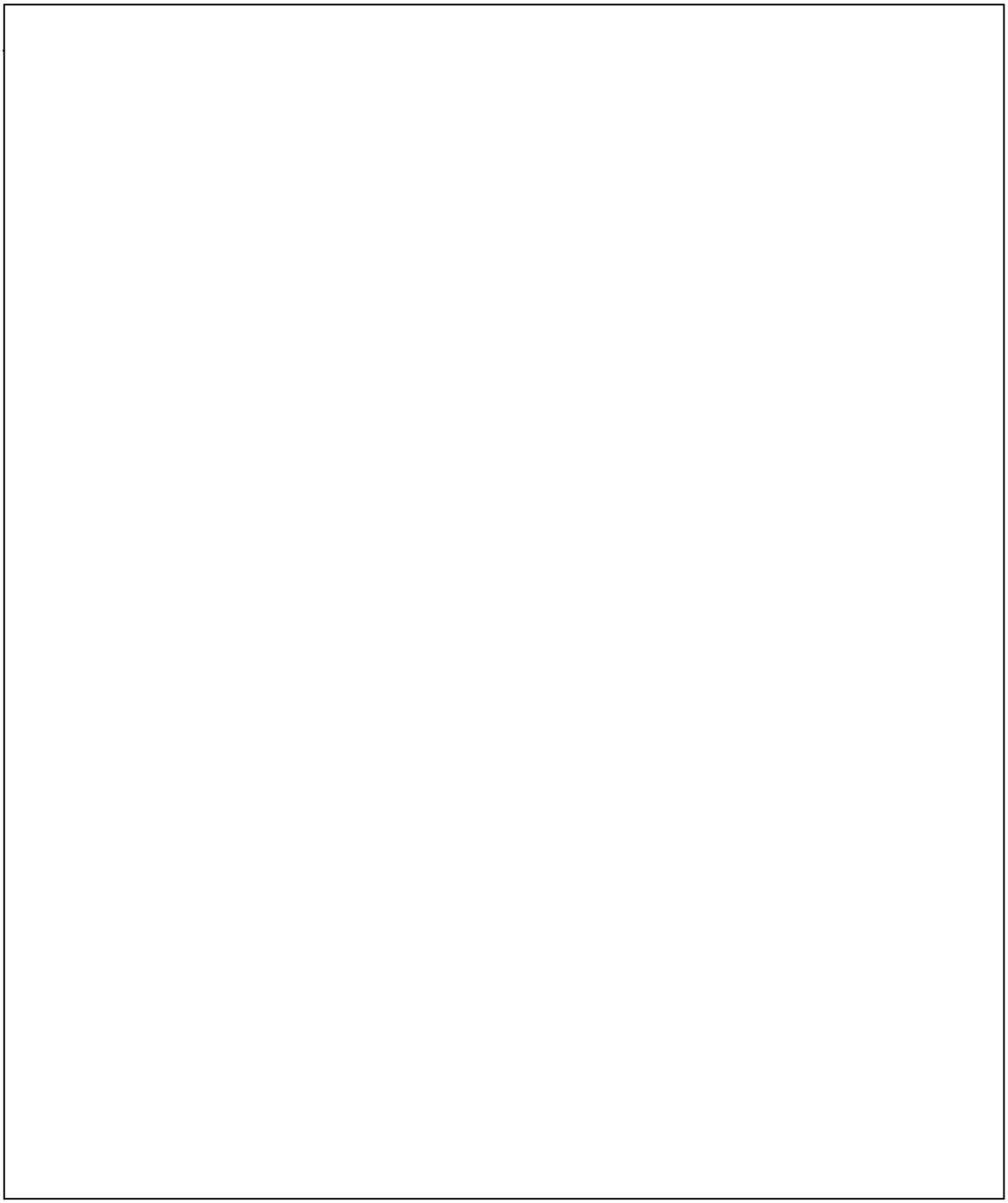
5. 시스템 하드웨어 구성


Power Supply
220vac Input
Data Display
Main control PCB
Operation
Key Input
Operation
Channel LED
Co2 Sensor
O2 Sensor
MEASUREMENT UNIT
LKM2000A
Valve Operation
Connect
Operation CH
Connect
Analog Output PCB
Analog Output
Connect
채널선택
스위치
& LED
Operation CH
Connect
MULTI CHANNEL UNIT
LKM2000A-MC
Valve Driver
Connect
CH1 Valve
CH2 Valve
CH3 Valve
CH4 Valve
CH5 Valve
Gas Sampling Pump
Adjustable
Flow Meter

6. DATA MONITORING SOFTWARE(LKM2000A-SW V2.0)

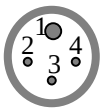
LKM2000A 의 PC Monitoring Software 는 Windows 98 에서 운영되는 Data Monitoring 프로그램입니다. LKM2000A 는 RS232 통신하며, ■Real Time Trend Graphic & File 관리 ■Excel 데이터 링-크 ■4 개의 연산채널을 이용하는 OUR,CER,RQ 들의 실시간 모니터링 등의 주요특징이 있습니다.

6.1 Serial Communication Program 설치 방법



7. 외부 Port 의 Pin Description

7.1 RS232 PORT



RS232 Connector
To LKM2000A

1: Gnd
2: Tx
3: Rx

7.2 Analog Output Connector(D-type 15pin Male Connector)

Pin Number	Description	
1	CH1_O_2	Output Signal: 0-5vdc / 0-30% vol.
2	CH1_CO_2	
3	CH2_O_2	
4	CH2_CO_2	
5	CH3_O_2	
6	CH3_CO_2	
7	CH4_O_2	
8	CH4_CO_2	
9	Spare	
10	Spare	
11	GND	
12	GND	
13	GND	
14	GND	
15	GND	

System Dimension

부록 1] UP GRADE [2003 년 1 월]

1. 교정방법개선
; 3 절 참조

2. **SCAN TIME 설정 기능을 추가하였습니다** (기존버젼은 1 분으로 고정되어 있음)

SCAN TIME 설정 방법

1) LKM2000-MC 후면부에 있는 [CO2REF/SCAN TIME]스위치를 [SCAN]위치로 합니다.

2) DISPLAY 창 상단의 적색표시창에 “SCAN“가 표시됩니다.
하단의 녹색표시창에 이전.DATA 가 표시됩니다.

3) LKM2000-MC 후면부에 있는 [UP][DWN]스위치를 이용하여 SCAN TIME 을 수정합니다.

- [UP]를 누르면 0001 (1 분)씩 증가합니다
- [DWN]을 누르면 0001(1 분)씩 감소합니다

- **입력범위는 1 에서 10 까지(1 분에서 10 분까지) 설정 가능 합니다**
- **멀티 채널 측정 시에는 2 분 이상으로 설정하십시요**