

LCR 미터

LCR-8000G 시리즈

사용자 설명서

GW INSTEK PART NO. 82CR-81010MD1



ISO-9001 CERTIFIED MANUFACTURER

GW INSTEK

본 사용자 설명서에는 저작권법에 의해 보호되는 정보가 포함되어 있습니다. 모든 권리는 굿윌 인스트루먼트에 있으며 사전 동의 없이 본 설명서의 어떤 부분도 복제되거나 다른 언어로 번역될 수 없습니다.

굿윌 인스트루먼트는 장비를 계속적으로 개선하며 특별한 공지 없이 언제든지 스펙과 유지 보수 절차를 변경할 수 있는 권리를 보유하고 있습니다.

목차

안전 수칙	5
시작하기	10
주요 특징	12
패키지 구성	13
측정 종류	13
모델 비교	15
전면 패널 살펴보기	16
후면 패널 살펴보기	19
틸트 스탠드 & 파워 업	21
픽스처 연결	24
단계별 사용지침서	26
측정 팁	34
기본 측정 모드	36
측정 항목 설명	37
측정 모드 살펴보기	47
파라미터 설정	50
측정 실행	55
PASS-FAIL 테스트 모드	58
단일스텝 테스트 설정	60
단일스텝 테스트 실행	66
다중스텝 테스트 설정	70
다중스텝 테스트 실행	80
다중스텝 파일 조작법	83
그래프 모드	87
측정 항목 선택	88
수평축 범위 설정	90

수직축 범위 설정	94
측정속도 / 스텝 설정	101
그래프 측정 실행	103
원격 제어	107
인터페이스 환경설정	108
Command 구문	111
Command 모음	112
캘리브레이션(교정)	123
FAQ	129
부록	130
퓨즈 교체 방법	130
O/S 트리밍 포인트	131
Z 정확도 차트	134
Z vs L, C 차트	135
정확도 정의	136
스펙(Specification)	137
픽스처 스펙(Specification)	139
Declaration of Conformity	140
색인(INDEX)	141

안전 수칙

이 장에는 LCR-8000G 시리즈를 사용할 때 준수해야 하는 중요 안전 지침이 정리되어 있습니다. 다음 지침들을 준수하여 사용자의 안전을 보장하고 장비를 최상의 상태로 유지하기 바랍니다.

안전 기호

다음 안전 기호들이 본 설명서와 장비에서 사용됩니다.



WARNING

Warning: Identifies conditions or practices that could result in injury or loss of life.



CAUTION

Caution: Identifies conditions or practices that could result in damage to the LCR-8000G or to other properties.



DANGER High Voltage



Attention Refer to the Manual



Protective Conductor Terminal



Earth (ground) Terminal



Do not dispose electronic equipment as unsorted municipal waste. Please use a separate collection facility or contact the supplier from which this instrument was purchased.

안전 지침

General Guideline • Do not place any heavy object on the instrument.



CAUTION

- Avoid severe impact or rough handling that leads to damaging the instrument.
- Do not discharge static electricity to the instrument.
- Do not block or obstruct the cooling fan vent opening.
- Do not perform measurement at circuits directly connected to Mains (Note below).
- Do not disassemble the instrument unless you are qualified as service personnel.

(Measurement categories) EN 61010-1:2001 specifies the measurement categories and their requirements as follows. the LCR-8000G falls under category I.

- Measurement category IV is for measurement performed at the source of low-voltage installation.
- Measurement category III is for measurement performed in the building installation.
- Measurement category II is for measurement performed on the circuits directly connected to the low voltage installation.
- Measurement category I is for measurements performed on circuits not directly connected to Mains.

Power Supply



WARNING

- AC Input voltage: 115V (+10% / -25%), AC 230V (+15% / -14%) (Selectable), 50/60Hz.
 - Connect the protective grounding conductor of the AC power cord to an earth ground, to avoid electrical shock.
-

Fuse**WARNING**

- Fuse type: T3A/250V
- Make sure the correct type of fuse is installed before power up.
- To ensure fire protection, replace the fuse only with the specified type and rating.
- Disconnect the power cord before fuse replacement.
- Make sure the cause of fuse blowout is fixed before fuse replacement.

**Cleaning the
LCR-8000G**

- Disconnect the power cord before cleaning.
- Use a soft cloth dampened in a solution of mild detergent and water. Do not spray any liquid.
- Do not use chemicals or cleaners containing harsh materials such as benzene, toluene, xylene, and acetone.

**Operation
Environment**

- Location: Indoor, no direct sunlight, dust free, almost non-conductive pollution (Note below)
- Relative Humidity: < 80%
- Altitude: < 2000m
- Temperature: 0°C to 40°C

(Pollution Degree) EN 61010-1:2001 specifies the pollution degrees and their requirements as follows. The LCR-8000G falls under degree 2.

Pollution refers to “addition of foreign matter, solid, liquid, or gaseous (ionized gases), that may produce a reduction of dielectric strength or surface resistivity”.

- Pollution degree 1: No pollution or only dry, non-conductive pollution occurs. The pollution has no influence.
- Pollution degree 2: Normally only non-conductive pollution occurs. Occasionally, however, a temporary conductivity caused by condensation must be expected.
- Pollution degree 3: Conductive pollution occurs, or dry, non-conductive pollution occurs which becomes conductive due to condensation which is expected. In such conditions, equipment is normally protected against exposure to direct sunlight, precipitation, and full wind pressure, but neither temperature nor humidity is controlled.

Storage environment

- Location: Indoor
 - Relative Humidity: < 80%
 - Temperature: -40°C to 70°C
-

Disposal



Do not dispose this instrument as unsorted municipal waste. Please use a separate collection facility or contact the supplier from which this instrument was purchased. Please make sure discarded electrical waste is properly recycled to reduce environmental impact.

Power cord for the United Kingdom

When using an LCR-8000G series LCR meter in the United Kingdom, make sure the power cord meets the following safety instructions.

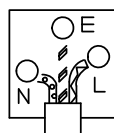
NOTE: This lead/appliance must only be wired by competent persons



WARNING: THIS APPLIANCE MUST BE EARTHED

IMPORTANT: The wires in this lead are coloured in accordance with the following code:

Green/ Yellow:	Earth
Blue:	Neutral
Brown:	Live (Phase)



As the colours of the wires in main leads may not correspond with the coloured marking identified in your plug/appliance, proceed as follows:

The wire which is coloured Green & Yellow must be connected to the Earth terminal marked with either the letter E, the earth symbol  or coloured Green/Green & Yellow.

The wire which is coloured Blue must be connected to the terminal which is marked with the letter N or coloured Blue or Black.

The wire which is coloured Brown must be connected to the terminal marked with the letter L or P or coloured Brown or Red.

If in doubt, consult the instructions provided with the equipment or contact the supplier.

This cable/appliance should be protected by a suitably rated and approved HBC mains fuse: refer to the rating information on the equipment and/or user instructions for details. As a guide, a cable of 0.75mm^2 should be protected by a 3A or 5A fuse. Larger conductors would normally require 13A types, depending on the connection method used.

Any exposed wiring from a cable, plug or connection that is engaged in a live socket is extremely hazardous. If a cable or plug is deemed hazardous, turn off the mains power and remove the cable, any fuses and fuse assemblies. All hazardous wiring must be immediately destroyed and replaced in accordance to the above standard.

시작하기

이번 장에서는 LCR-8000G 시리즈의 주요 특징과 시리즈 모델 비교, 전면/후면 패널 외관 살펴보기, 파워 업 시퀀스에 대해 설명합니다. 이 장에 포함된 “단계별 사용지침서”를 통해 LCR-8000G 를 빠르고 쉽게 활용할 수 있습니다.



주요특징	주요특징	12
패키지 구성	패키지 구성	13
측정종류	측정 항목	13
	측정 항목 조합	14
	등가회로 모델	14
모델 비교	모델 스펙 비교	15
패널 살펴보기	전면 패널 살펴보기	16
	후면 패널 살펴보기	19
틸트스탠드/ 파워 업	틸트스탠드	21
	파워 업	22
	AC 전원 주파수 선택 (50/60Hz)	23

픽스처 연결	픽스처 구조.....	24
	픽스처 연결.....	25
단계별 사용지침서	기본 측정 모드	26
	Pass/Fail 테스트 모드 (Single step).....	28
	Pass/Fail 테스트 모드 (Multiple step).....	30
	그래프 모드.....	32
측정 팁	측정 팁	34

주요특징

성능	• 20Hz ~ 1/5/10MHz 광대역 측정 주파수 지원 • 6 디지트 측정 분해능 • 10mV ~ 2V 측정전압 레벨 지원 (DC/20Hz~3MHz) • 0.1% 기본 측정 정확도
동작	• 스팟 주파수 측정 (Spot frequency measurement) • 멀티 스텝 측정 (최대 64 개 프로그램 설정, 각 프로그램 당 30 개 스텝 설정 가능) • Pass/Fail 테스트 (ABS, %, Delta 비교 측정 가능) • 4 선+GND 방식의 고정밀 픽스처 기본 제공 • 픽스처 트리밍 (Open/Short) • 바 디스플레이 모드 (Pass/Fail 테스트 단일 모드) • 그래프 모드 (측정 데이터의 직관적 분석 가능) • 파워 오프 후 패널 설정 유지 기능 • 대화면 LCD (QVGA, 320x240 해상도) • 직관적 사용자 인터페이스/종합적 측정 기능 제공
인터페이스	• GPIB • RS-232C

패키지 구성

LCR-8000G 패키지를 풀어 제품을 사용하기 전에 반드시 아래 리스트의 모든 구성품이 포함되어있는지 혹은 제품에 손상은 없는지를 확인하시기 바랍니다. 구성품이 빠져있거나 손상이 있다면 GW 인스텍 지사로 연락 바랍니다.

기본 액세서리	• LCR 8000G 모델 • 전원 코드 • LCR-12 테스트 픽스처	• 사용자 설명서 • 캘리브레이션 증명서
옵션 액세서리	• LCR-13 SMD/테스트 칩 픽스처 • LCR-09 SMD/테스트 칩 픽스처 • LCR-07 테스트 리드* • LCR-08 SMD 칩 핀셋* • LCR-06A 켈빈 리드*	• LCR-05 Axial/Radial 컴포넌트 픽스처* • GRA-404 랙 마운트 (19" 4U) • GTL-232 RS232C 케이블, 9 핀 (널 모뎀) • GTC-001 장비 카트

* 주파수 : DC~1MHz

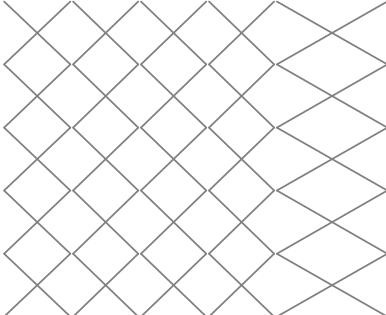
측정 종류

측정 항목

첫번째 측정 항목	커패시턴스 (C) 리액턴스 (X) 임피던스 (Z) DC 레지스턴스 (R_{DC})	인덕턴스 (L) 서셉턴스 (B) ($=1/X$) 어드미턴스 (Y) ($=1/Z$)
두번째 측정 항목	AC 레지스턴스 (R_{AC}) 디시페이션 팩터 (D) 컨덕턴스 (G)	퀄리티 팩터 (Q) ($=1/D$) 위상각 (θ) (for Z and Y)

측정 항목 조합

●: Available, —: Not available, X: Combination doesn't exist.

1st measurement	2nd measurement					Circuit model		Graph	*Prog
	Q	D	R _{AC}	G	Angle	Series	Parallel		
커패시턴스 (C)	●	●	●	●	—	●	●	●	●
인덕턴스 (L)	●	●	●	●	—	●	●	●	●
리액턴스 (X)	●	●	●	—	—	●	—	●	●
서셉턴스 (B)	●	●	●	●	—	—	●	●	●
임피던스 (Z)	—	—	—	—	●	—	—	●	●
어드미턴스 (Y)	—	—	—	—	●	—	—	●	●
DC 레지스턴스 (R _{DC})	—	—	—	—	—	—	—	—	●
퀄리티 팩터 (Q)						●	●	●	●
디시페이션 팩터 (D)						●	●	●	●
AC 레지스턴스 (R _{AC})						●	●	●	●
컨덕턴스 (G)						—	●	●	●
위상각 (θ)						—	—	●	●

*Prog: 멀티 스텝 프로그램

등가회로 모델

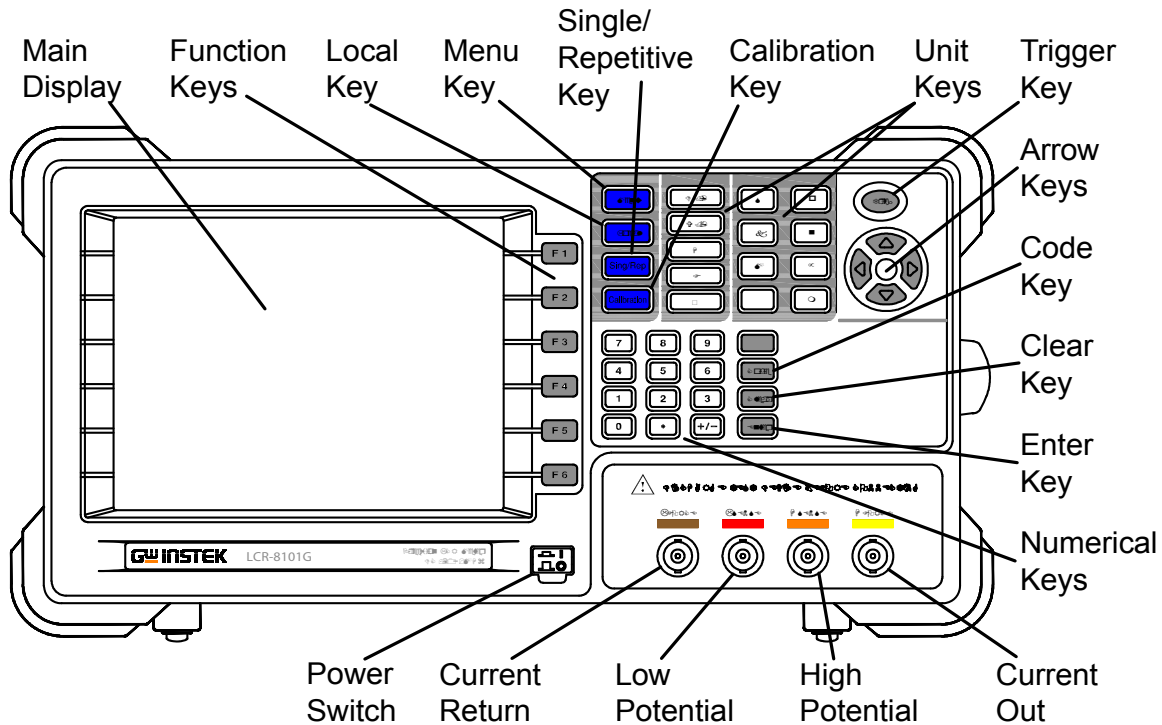
직렬 또는 병렬	C+R	C+D	C+Q	L+R	L+Q	L+D
직렬 (Series)	X+R	X+D	X+Q			
병렬 (Parallel)	C+G	B+G	B+D	B+Q	B+R	L+G

모델 비교

모델 스펙 비교

모델명	LCR-8101G	LCR-8105G	LCR-8110G
측정 주파수	20Hz~1MHz	20Hz~5MHz	20Hz~10MHz
구동 신호 레벨 AC	20Hz~1MHz: 0.01V~2Vrms	20Hz~≤3MHz: 0.01V~2Vrms 3MHz~5MHz: 0.01V~1Vrms	20Hz~≤3MHz: 0.01V~2Vrms 3MHz~10MHz: 0.01V~1Vrms
DC	0.01V~2V		
구동 신호 단락 전류 AC (short circuit)	20Hz~1MHz: 100uA~20mA rms	20Hz~≤3MHz: 100uA~20mA rms 3MHz~5MHz: 100uA~10mA rms	20Hz~≤3MHz: 100uA~20mA rms 3MHz~10MHz: 100uA~10mA rms
DC	100uA~20mA		
구동 신호 정확도 AC (open circuit)	20Hz~1MHz: ± 2% ± 5mV	20Hz~≤1MHz: ± 2% ± 5mV 1MHz~5MHz: ± 5% ± 10mV	20Hz~≤1MHz: ± 2% ± 5mV 1MHz~10MHz: ± 5% ± 10mV
DC	± 2% ± 5mV		

전면 패널 살펴보기



Main display 320 x 240, DST LCD 디스플레이

Function keys



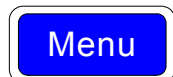
LCD 화면 내의 메뉴들에 각각 할당됩니다.

Local key



장비가 원격 제어 모드에 있을 때 이 키를 통해 로컬 패널 동작으로 되돌아 갑니다. 원격 제어에 대한 자세한 내용은 107 쪽을 참고하세요.

Menu key



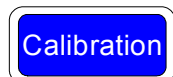
화면에 메인 메뉴를 보여줍니다.

Single/Repetitive key

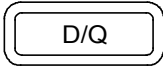
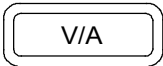
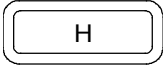
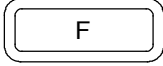
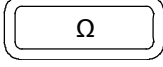
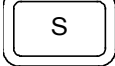
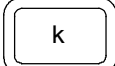
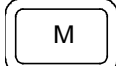
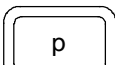
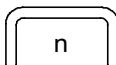
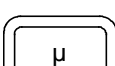
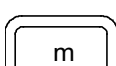
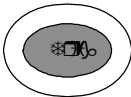
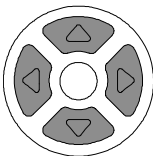
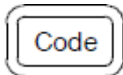
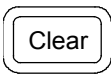
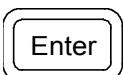


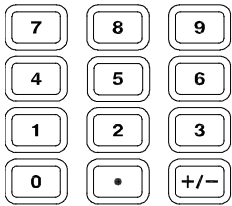
단일측정모드(수동트리거)/반복측정모드(자동트리거)를 선택합니다. 자세한 내용은 55 쪽을 참고하세요.

Calibration key



캘리브레이션(교정) 모드에 들어갑니다. 캘리브레이션에 대한 자세한 내용은 123 쪽을 참고하세요.

Unit keys	단위값을 입력하기 위해 사용합니다.		
		디시페이션 팩터(D)/퀄리티 팩터(Q)	
		전압/전류 (Voltage/Ampere) 선택	
		헨리 (Henry, 인덕턴스 입력)	
		패럿 (Farad, 커패시턴스 입력)	
		옴 (Ohm, 레지스턴스/임피던스 입력)	
		지멘스(Siemens, 서셉턴스/어드미턴스)	
		킬로 (10^3)	 메가 (10^6)
		피코 (10^{-12})	 나노 (10^{-9})
		마이크로 (10^{-6})	 밀리 (10^{-3})
Trigger key		수동트리거 모드에서 사용합니다. 단일측정모드에서 사용 가능합니다. 55 쪽을 참고하세요.	
Arrow keys		메뉴 항목이나 파라미터를 선택할 때 사용합니다. 상/하 또는 좌/우를 한 쌍으로 동작합니다.	
Code key		시스템 코드 입력을 위해 사용됩니다. 구동 전압/전류 보이기/숨기기(57 쪽) 주파수 조정 분해능 변경(53 쪽)	
Clear key		편집중인 입력값의 숫자나 단위를 하나씩 삭제할 때 사용합니다.	
Enter key		편집중인 값(숫자+단위)을 최종 입력할 때 사용합니다.	

Numerical keys  숫자와 . / + / - 를 입력할 때
사용합니다.

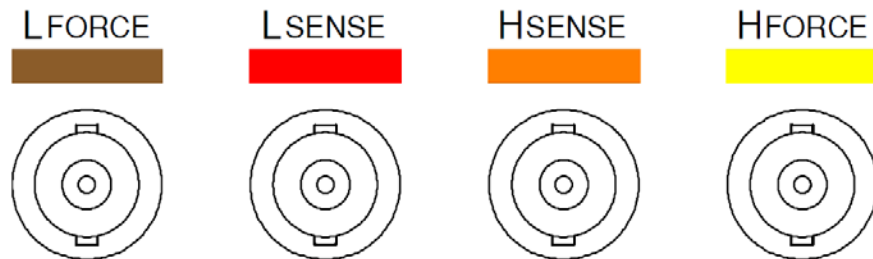
Measurement terminals 테스트 픽스처 연결 단자입니다.
픽스처 연결에 대해서는 24 쪽을 참고하세요.

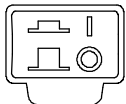
LFORCE 전류 리턴 단자 (Current return)

LSENSE 저전위 단자 (Low potential)

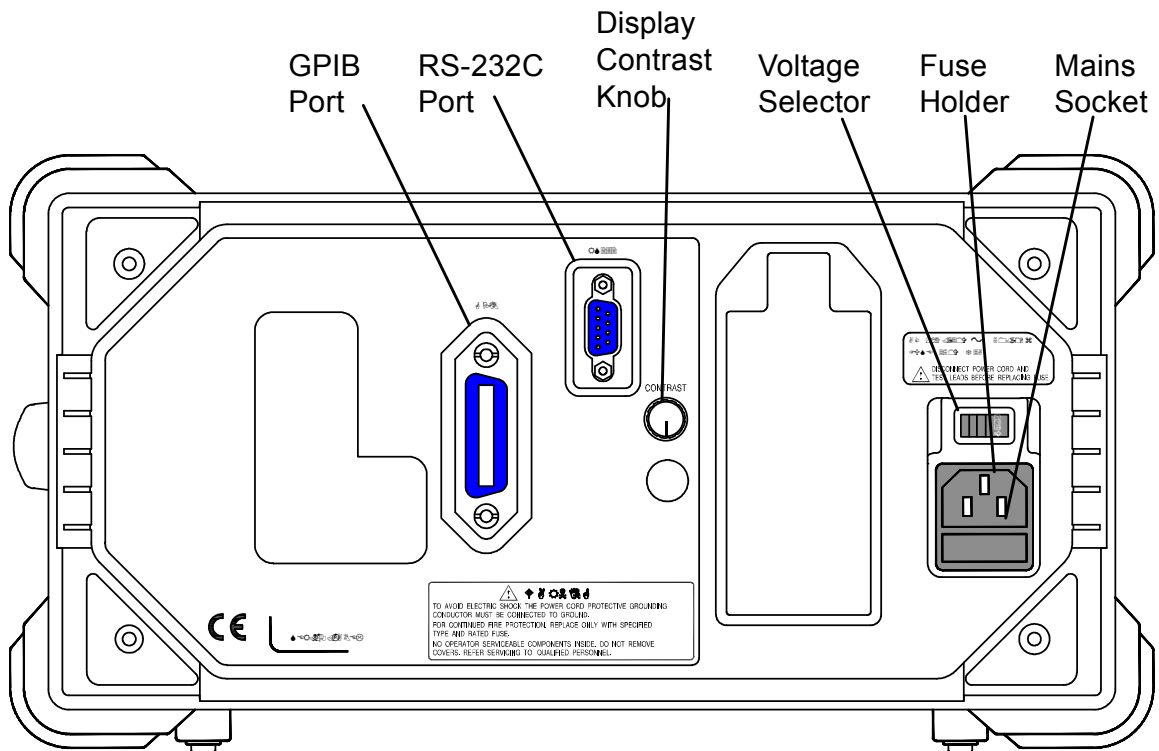
HSENSE 고전위 단자 (High potential)

HFORCE 전류 출력 단자 (Current output)

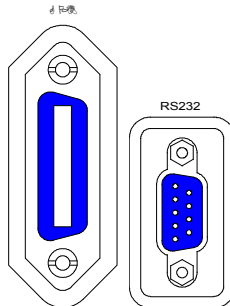


Power switch  장비 전원 키입니다. (온  / 오프 )
파워 업 시퀀스는 22 쪽을 참고하세요.

후면 패널 살펴보기



GPIB 포트 /
RS-232C 포트



원격 제어 케이블 단자입니다.

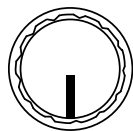
GPIB: 24 핀(암)

RS-232C: DB-9 핀(수)

원격 제어에 대한 자세한 내용은
107 쪽을 참고하세요.

화면
컨트라스트
노브

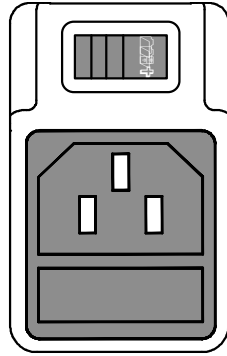
CONTRAST



LCD 화면 컨트라스트 조정
노브입니다.

22 쪽을 참고하세요.

AC 전압 선택터 /
퓨즈 홀더 /
전원 소켓



AC 전원 전압 선택터 :

AC 115V (+10% / -25%), AC 230V
(+15% / -14%) (Selectable),
50/60Hz.

메인 퓨즈 : T3A/250V.

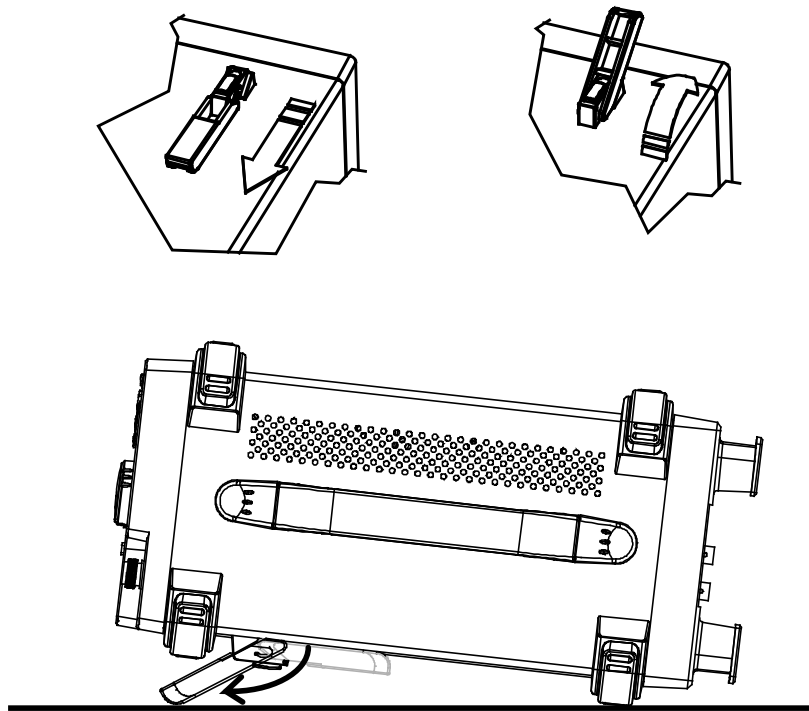
퓨즈 교체에 대한 자세한 내용은
130 쪽을 참고하세요.

전원 소켓에 전원 코드를 연결합니다.
파워 업에 대한 자세한 내용은
22 쪽을 참고하세요.

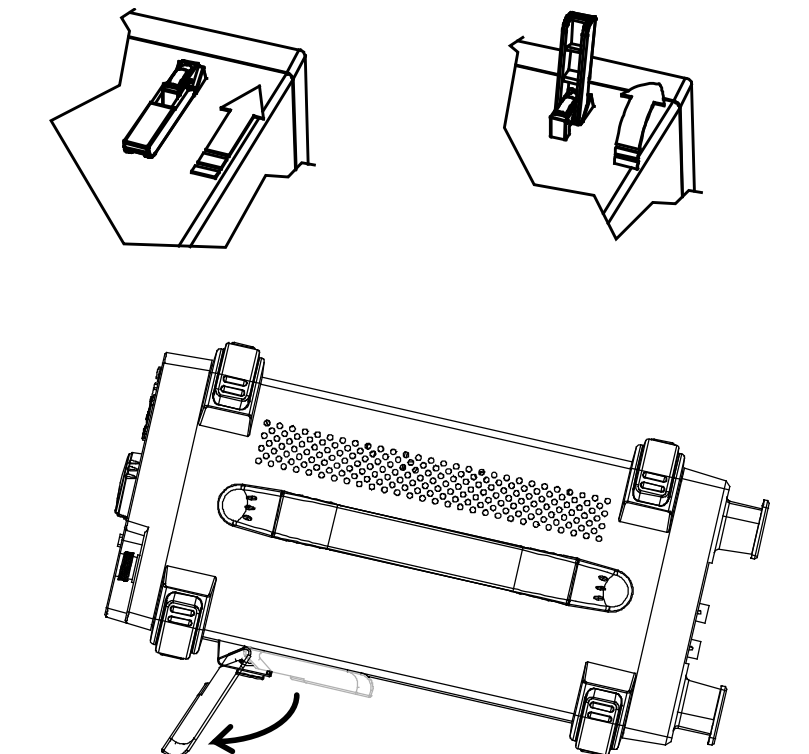
틸트 스탠드 & 파워 업

틸트 스탠드

저각



고각

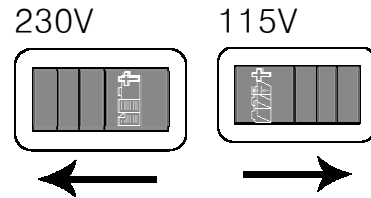


파워 업

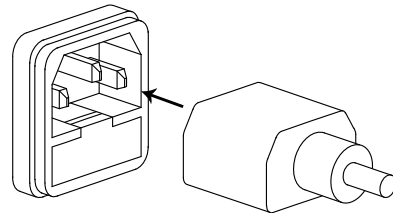
패널 조작법



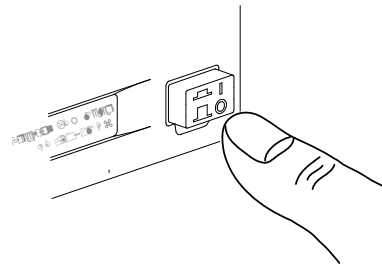
1. 장비 후면 패널의 전압 셀렉터를 지역 AC 전원 전압에 맞게 설정하세요.



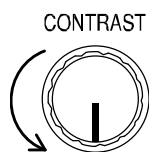
2. 전원 코드를 소켓에 연결하세요.



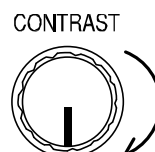
3. 전원 스위치를 누른 후 2~3 초 안에 LCD 화면이 켜집니다.



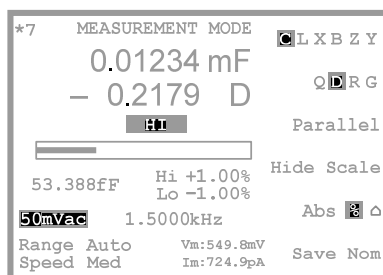
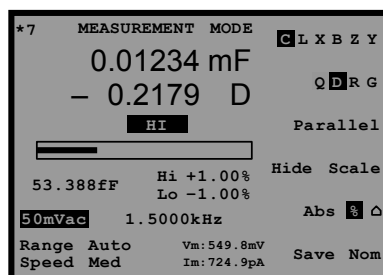
4. 장비 후면의 컨트라스트 노브를 사용해서 LCD 화면의 밝기를 알맞게 조정하세요.



반시계방향:
어두어짐



시계방향:
밝아짐

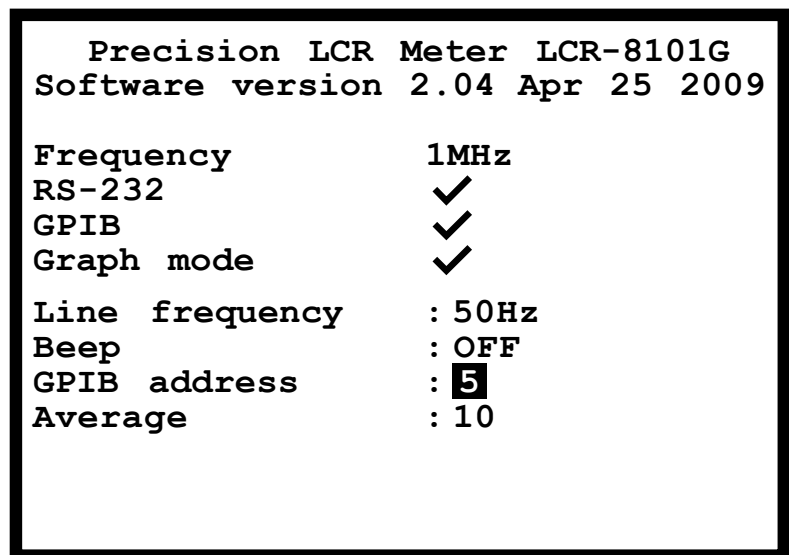


AC 전원 주파수 선택 (50/60Hz)

배경지식 LCR-8000G 는 50Hz 와 60Hz AC 전원 모두에서 동작 가능합니다. 하지만 100Hz 미만 주파수에서의 측정 정밀도를 높이기 위해 AC 전원 주파수를 지역 설정에 맞게 선택해야 합니다.

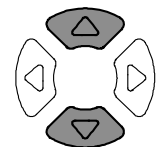
패널조작법

1. Menu 키를 누른 후 F5 (System) 키를 눌러 시스템 메뉴로 들어갑니다.



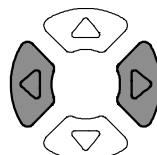
2. 상/하 방향으로 커서를 Line frequency 설정으로 옮깁니다.

Line frequency : 50Hz



3. 좌/우 방향으로 50Hz/60Hz 를 선택합니다.

Line frequency : 60Hz

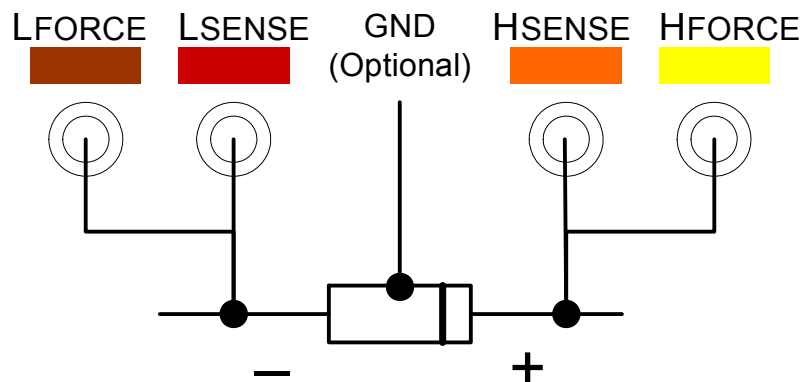


픽스처 연결

픽스처 구조

배경지식 기본 제공되는 픽스처는 별도의 GND 선을 갖는 4 선 방식을 사용합니다. 아래 구성도의 바깥쪽 단자들 (Hforce 와 Lforce)을 통해 측정 전류가 흐르게 되고 안쪽 단자들 (Hsense 와 Lsense)에서 단자 사이의 전위를 측정하여 값을 얻게 됩니다.

구성도



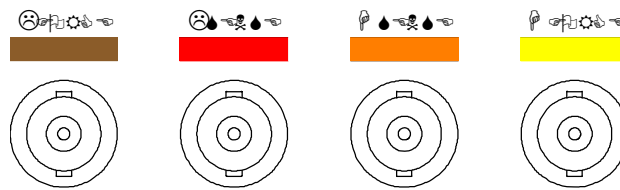
각 단자 설명

HFORCE	측정전류 소스 단자. 측정시료의 +쪽에 연결합니다.
HSENSE	Lsense 와 Hsense 사이 전위 모니터링 단자. 측정시료의 +쪽에 연결합니다.
LSENSE	Lsense 와 Hsense 사이 전위 모니터링 단자. 측정시료의 -쪽에 연결합니다.
LFORCE	측정전류 리턴 단자. 측정시료의 -쪽에 연결합니다.
GND	위의 어떤 단자에도 연결되지 않은 커다란 금속 부분을 갖는 시료를 측정할 때 노이즈 레벨을 최소화하기 위해 GND 클립을 금속 부분에 연결합니다.

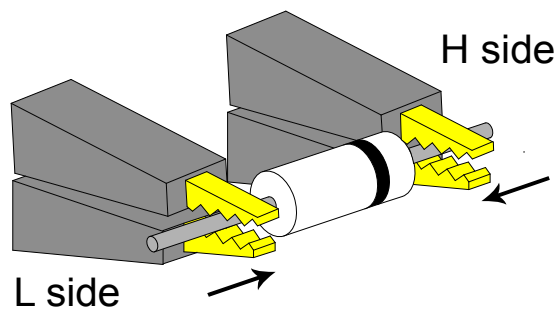
픽스처 연결

패널 조작법

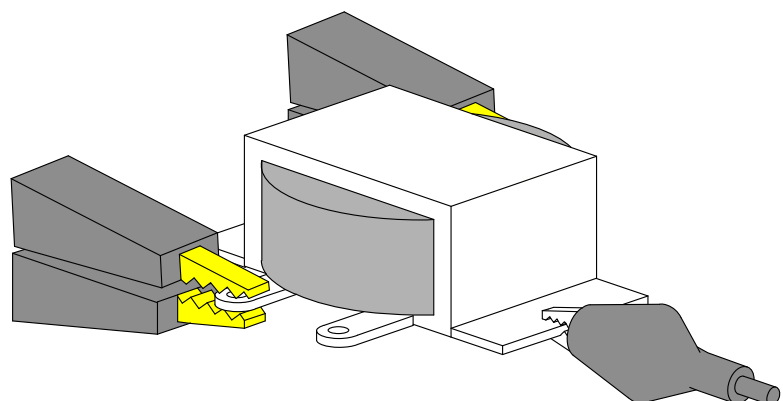
1. 픽스처와 측정시료를 연결하기 전에 반드시 측정시료를 방전시킵니다.
2. 각각의 픽스처 단자들을 장비 전면 패널의 BNC 커넥터에 색상에 맞춰 연결합니다.



3. 픽스처를 측정시료에 연결합니다. 만약 극성을 갖는 시료라면 H side 를 +쪽에 L side 를 -쪽에 연결합니다. 이때 리드 베이스와 픽스처 클립 사이의 거리는 가능한 짧아야 합니다.



4. 만약 측정시료가 리드 선에 연결되지 않은 금속성 외관 케이스를 갖고 있다면 측정 정확성에 영향을 주는 노이즈 레벨을 줄이기 위해 케이스를 GND 단자에 연결합니다.



단계별 사용지침서

기본 측정 모드

단계	간단설명	상세설명
1. 픽스처 연결	DUT 에 픽스처를 연결합니다.	24 쪽
2. 메뉴 진입	Menu 키를 누른 후 F1 (AC measurement) 또는 F2 (Rdc) 키를 눌러 기본측정모드 메뉴에 들어갑니다.	47 쪽
3. 스케일 숨기기 선택	F4 (Show/Hide Scale) 키를 눌러 Hide Scale 을 선택합니다.	49 쪽
4. 측정항목 선택	F1 (First)과 F2 (Second) 키를 눌러 측정하려는 항목을 선택합니다.	50 쪽
5. 등가회로 모델 선택	F3 (Series/Parallel) 키를 눌러 알맞은 등가회로 모델을 선택합니다.	50 쪽
6. 측정주파수 설정	좌/우 방향키로 커서를 주파수 설정으로 옮긴 후 숫자키와 단위키로 측정주파수를 입력합니다.	52 쪽
7. 측정전압 설정	좌/우 방향키로 커서를 전압 설정으로 옮긴 후 숫자키와 단위키로 측정전압을 입력합니다.	54 쪽
8a. 단일측정 선택	Sing/Rep 키를 눌러 단일측정 (수동트리거)를 선택합니다. 이 경우 Trig 키를 누를 때 마다 측정이 실행됩니다.	55 쪽
8b. 반복측정 선택	Sing/Rep 키를 눌러 반복측정 (자동트리거)을 선택합니다. 좌/우 방향키로 커서를 속도 설정으로 옮긴 후 상/하 방향키로 측정속도를 선택합니다.	56 쪽

옵션 설정	Code 키를 누른 후 숫자키로 코드를 입력하여 구동 전압/전류 보이기 혹은 숨기기를 선택합니다.	57 쪽
	좌/우 방향키로 커서를 Range 설정으로 옮긴 후 상/하 방향키로 Auto 를 선택합니다. (추천 설정)	51 쪽

Pass/Fail 테스트 모드 (Single Step)

단계	간단설명	상세설명
1. 픽스처 연결	DUT 에 픽스처를 연결합니다.	24 쪽
2. Beep 설정	Menu 키를 누른 후 F5 (System) 키를 누릅니다. 상/하 방향으로 커서를 Beep 로 옮긴 후 좌/우 방향으로 버저가 울리는 조건을 선택합니다. (OFF/PASS/FAIL)	61 쪽
3. 측정값 화면 업데이트 평균치 설정	Menu 키를 누른 후 F5 (System) 키를 누릅니다. 상/하 방향으로 커서를 Average 로 옮긴 후 숫자키와 Enter 키로 원하는 값을 입력합니다. (1-256 입력 가능)	62 쪽
4. 측정메뉴 진입	Menu 키를 누른 후 F1 (AC measurement) 또는 F2 (Rdc) 키를 누릅니다.	47 쪽
5. 스케일 보이기 선택	F4 (Show/Hide Scale) 키를 눌러 Show Scale 을 선택합니다.	49 쪽
6. 측정 항목 선택	F1 (First)과 F2 (Second) 키를 눌러 측정하려는 항목을 선택합니다.	50 쪽
7. 등가회로 모델 설정	F3 (Series/Parallel) 키를 눌러 알맞은 등가회로 모델을 선택합니다.	50 쪽
8. 측정주파수 설정	좌/우 방향으로 커서를 주파수 설정으로 옮긴 후 숫자키와 단위키로 측정주파수를 입력합니다.	52 쪽
9. 측정전압 설정	좌/우 방향으로 커서를 전압 설정으로 옮긴 후 숫자키와 단위키로 측정전압을 입력합니다.	54 쪽
10a. 단일측정 선택	Sing/Rep 키를 눌러 단일측정 (수동트리거)를 선택합니다. 이 경우 Trig 키를 누를 때 마다 측정이 실행됩니다.	55 쪽
10b. 반복측정 선택	Sing/Rep 키를 눌러 반복측정 (자동트리거)을 선택합니다. 좌/우 방향으로 커서를 속도 설정으로 옮긴 후 상/하 방향으로 측정속도를 선택합니다.	56 쪽

11a. Absolute 테스트 선택	F5 (Abs/%/Δ)키를 눌러 Abs 를 선택합니다. 좌/우 방향키로 커서를 Lo (Low limit)로 옮긴 후 숫자키와 단위키로 원하는 Low 제한값을 입력합니다. 동일한 방법으로 Hi 제한값도 입력합니다.	66 쪽
11b. Percentage 테스트 선택	F5 (Abs/%/Δ)키를 눌러 %를 선택합니다. 67 쪽 좌/우 방향키로 커서를 Nominal 값 설정으로 옮긴 후 숫자키와 단위키로 값을 입력합니다. 커서를 Lo (Low limit)로 옮긴 후 Low 제한값을 입력합니다. 동일한 방법으로 Hi 제한값도 입력합니다. F6 (Save Nom)키를 누르면 현재 측정되고 있는 값이 Nominal 값으로 자동 입력됩니다.	67 쪽
11c. 델타(Delta) 측정 선택	F5 (Abs/%/Δ) 키를 눌러 Δ를 선택합니다. 68 쪽 좌/우 방향키로 커서를 Nominal 값 설정으로 옮긴 후 숫자키와 단위키로 값을 입력합니다. 커서를 Lo (Low limit)로 옮긴 후 Low 제한값을 입력합니다. 동일한 방법으로 Hi 제한값도 입력합니다. F6 (Save Nom)키를 누르면 현재 측정되고 있는 값이 Nominal 값으로 자동 입력됩니다.	68 쪽
옵션 설정	Code 키를 누른 후 숫자키로 코드를 입력하여 구동 전압/전류 보이기 혹은 숨기기를 선택합니다.	57 쪽
	좌/우 방향키로 커서를 Range 설정으로 옮긴 후 상/하 방향키로 Auto 를 선택합니다. (추천 설정)	51 쪽

Pass/Fail 테스트 (Multiple Step)

단계	간단설명	상세설명
1. 픽스처 연결	DUT 에 픽스처를 연결합니다.	24 쪽
2. Beep 설정	Menu 키를 누른 후 F5 (System) 키를 누릅니다. 상/하 방향으로 커서를 Beep 로 옮긴 후 좌/우 방향으로 버저가 울리는 조건을 선택합니다. (OFF/PASS/FAIL)	72 쪽
3. 측정값 화면 업데이트 평균치 설정	Menu 키를 누른 후 F5 (System)키를 누릅니다. 상/하 방향으로 커서를 Average 로 옮긴 후 숫자키와 Enter 키로 원하는 값을 입력합니다. (1-256 입력 가능)	73 쪽
4. 다중스텝 모드 진입	Menu 키를 누른 후 F3 (Multi step)키를 누릅니다.	74 쪽
5. 측정항목 선택	방향키로 커서를 스텝 01 Func 칸으로 옮긴 후 F1 (Prog)키를 눌러가면 측정항목을 선택합니다.	76 쪽
6a. 측정조건 설정	방향키로 커서를 아래로 내려가며 각 칸에 숫자키 / 단위키 또는 F1 (Prog)키를 사용하여 조건을 입력합니다.	76 쪽
6b. 스텝 추가	방향키로 위쪽의 Func 칸이 비워진 스텝으로 커서를 옮긴 후 F1 (Prog) 키를 누릅니다.	76 쪽
6c. 스텝 복사	복사하려는 스텝에 커서를 위치한 상태로 F2 (Copy) 키를 누르면 다음 번 스텝에 이전 스텝의 값들이 복사됩니다.	79 쪽
6d. 스텝 삭제	삭제하려는 스텝에 커서를 위치한 상태로 F3 (Delete) 키를 누르면 스텝이 삭제됩니다.	79 쪽
7. 프로그램 저장	F4 (Save) 키를 누르면 편집된 프로그램이 저장됩니다.	83 쪽
8. 실행(Run) 메뉴 진입	F6 (Run) 키를 눌러 실행(Run) 메뉴에 진입합니다.	80 쪽
9. 단일/반복 측정 선택	Sing/Rep 키를 눌러 단일측정(수동트리거) 또는 반복측정(자동트리거)을 선택합니다.	80 쪽

10. 다중 스텝 테스트 실행	F1 (Start) 또는 Trig 키를 눌러 다중 스텝 테스트를 시작합니다. F6 (Set) 키를 누르면 스텝 설정 메뉴로 되돌아갑니다.	80 쪽
파일 조작법 : 프로그램 생성	F5 (File) 키를 누른 후 F4 (New) 키를 누릅니다. 좌/우 방향키로 커서를 원하는 문자로 옮깁니다. 아래 방향키로 문자를 선택하여 파일명을 입력합니다. Enter 키로 입력을 완료하면 새로운 파일이 생성됩니다. 이때 위 방향키로 문자를 삭제할 수 있고 Clear 키로 입력 전체를 취소할 수 있습니다.	74 쪽
파일 조작법 : 프로그램 불러오기	F5 (File) 키를 누른 후 F1 (Load) 키를 누릅니다. 방향키로 프로그램을 선택한 후 F1 (Load) 키를 눌러 파일을 불러옵니다.	85 쪽
파일 조작법 : 프로그램 삭제	F5 (File) 키를 누른 후 F2 (Delete) 키를 누릅니다. 방향키로 프로그램을 선택한 후 F5 (Del) 키를 눌러 파일을 삭제합니다.	86 쪽
파일 조작법 : 다른 이름으로 저장	F5 (File) 키를 누른 후 F3 (Save as) 키를 누릅니다. 좌/우 방향키로 커서를 원하는 문자로 옮깁니다. 아래 방향키로 문자를 선택하여 파일명을 입력합니다. Enter 키로 입력을 완료하면 새로운 파일이 생성됩니다. 이때 위 방향키로 문자를 삭제할 수 있고 Clear 키로 입력 전체를 취소할 수 있습니다.	83 쪽

그래프 모드

단계	간단설명	상세설명
1. 픽스처 연결	DUT 에 픽스처를 연결합니다.	24 쪽
2. 그래프 모드 진입	Menu 키를 누른 후 F4 (Graph) 키를 누릅니다.	88 쪽
3. 항목 선택	F5 키를 눌러가며 그래프 항목을 선택합니다.	89 쪽
4a. 수평축 범위 설정 (주파수기준)	상/하 방향으로 커서를 Sweep 설정으로 옮긴 후 좌/우 방향으로 Frequency 를 선택합니다. 커서를 Start Frequency 설정으로 옮긴 후 숫자키와 단위키로 값을 입력합니다. 동일한 방법으로 Stop Frequency 와 Level (drive Voltage) 값을 입력합니다.	92 쪽
4b. 수평축 범위 설정 (전압기준)	상/하 방향으로 커서를 Sweep 설정으로 옮긴 후 좌/우 방향으로 Voltage 를 선택합니다. 커서를 Start Voltage 설정으로 옮긴 후 숫자키와 단위키로 값을 입력합니다. 동일한 방법으로 Stop Voltage 와 Freq (frequency) 값을 입력합니다.	90 쪽
5. 측정속도 선택	상/하 방향으로 커서를 Speed 설정으로 옮긴 후 좌/우 방향으로 측정속도(measurement speed)를 선택합니다. (Slow/Med/Fast)	101 쪽
6. 스텝 크기 선택	상/하 방향으로 커서를 Step size 설정으로 옮긴 후 좌/우 방향으로 값을 선택합니다. (1,2,4,8)	102 쪽
7. 수평축 Linear/Log 선택	F1 (Lin/Log) 키를 눌러 수평 스케일을 선택합니다. (Linear / Logarithmic)	91 쪽
8a. 수직축 범위 자동설정+Absolute	F2 (Abs/%) 키를 눌러 Abs 를 선택한 후 F3 (Manual/Auto fit) 키를 눌러 Auto fit 을 선택합니다. LCR-8000G 는 측정값에 따라 자동으로 수직축 범위를 구성합니다.	98 쪽

8b. 수직축 범위 수동설정+Absolute	F2 (Abs/%) 키를 눌러 Abs 를 선택한 후 F3 (Manual/Auto fit) 키를 눌러 Manual fit 을 선택합니다. 커서를 Hi 설정으로 옮긴 후 값을 입력한 후 동일한 방법으로 Lo 설정값을 입력합니다.	94 쪽
8c. 수직축 범위 자동설정+Percentage	F2 (Abs/%) 키를 눌러 %를 선택한 후 F3 (Manual/Auto fit) 키를 눌러 Auto fit 을 선택합니다. 커서를 Nominal 값 설정으로 옮긴 후 기준값을 입력합니다. LCR-8000G 는 자동으로 nominal 값을 기준으로 수직축 범위를 구성합니다.	99 쪽
8d. 수직축 범위 자동설정+Percentage	F2 (Abs/%) 키를 눌러 %를 선택한 후 F3 (Manual/Auto fit) 키를 눌러 Manual fit 을 선택합니다. 커서를 Hi 설정으로 옮긴 후 값을 입력한 후 동일한 방법으로 Lo 값과 Nominal 값을 입력합니다.	96 쪽
9. 그래프 모드 실행	F4 (Start) 키를 누르면 그래프 모드가 실행됩니다. F6 (Abort) 키를 누르면 측정을 중단합니다.	103 쪽
10. 그래프 수직축 범위 자동 조정	그래프 모드 측정 완료 후 F1 (Function) 키를 누른 후 F2 (Fit) 키를 누르면 측정값에 맞춰 수직축 범위가 자동으로 조정됩니다. F1 (View) 키를 누르면 이전 화면으로 되돌아갑니다.	105 쪽
11. 마커 이동	좌/우 방향키로 그래프 상에서 마커를 움직일 수 있습니다. F1 (Function) 키를 누른 후 F3 (Peak) 키를 누르면 마커는 측정값 중 수직 최고점으로 이동합니다. F4 (Dip) 키를 누르면 마커는 측정값 중 수직 최저점으로 이동합니다. F1 (View) 키를 누르면 이전 화면으로 되돌아갑니다.	106 쪽
12. 이전 메뉴 되돌아가기	F6 (Return) 키 또는 Menu 키를 누르면 이전 메뉴나 전체 메뉴 화면으로 되돌아갑니다.	106 쪽

측정 팁

Hi/Low 임피던스	측정된 임피던스가 1kΩ 보다 크다면 4 단자 연결 방식이 반드시 필요하지는 않습니다. 직렬 리드 임피던스의 영향을 제거하기 위해 S/C 트리밍을 실행합니다. 측정된 임피던스가 1kΩ 보다 작다면 4 단자 연결 방식을 통해 측정 시료의 접촉 레지스턴스의 영향을 줄일 수 있습니다.
금속 케이스 연결	측정시료에 만약 충분히 큰 금속 부분이 있다면 측정을 할 때 노이즈를 유발할 수 있습니다. 이때 시료의 금속 부분이 픽스처 단자 중 하나와 연결이 된다면 Hforce (황색) 단자에 연결되어야 합니다. 만약 금속 부분이 어떤 단자 와도 연결이 되지 않는다면 노이즈를 줄이기 위해 GND 클립에 연결합니다.
소형 커패시터	소형 SMD 용 커패시터를 측정할 때 잔류 용량(residual capacitance)을 제거하기 위해 측정 주파수에서 O/C 트리밍(Spot trimming)을 실행합니다. 트리밍하는 동안 측정 리드들의 위치는 반드시 고정되어야 합니다.
소형 인덕터	소형 SMD 용 인덕터를 측정할 때 측정주파수에서 S/C 트리밍(Spot trimming)을 실행합니다. 이를 통해 LCR-8000G 는 S/C 트리밍을 통한 인덕턴스와 측정 시료의 인덕턴스 차이를 보정하게 됩니다. 4 단자 픽스처를 사용해야 하고 트리밍 동안은 측정 리드들의 위치는 반드시 고정되어야 합니다.
와이어(Wire) 커패시턴스	와이어 커패시턴스를 측정할 때는 H_F(High Force)와 H_S(High Sense) 클립이 항상 노이즈에 가장 영향을 많이 받을 수 있는 곳에 연결되어야 합니다.

와이어(Wire) 인덕턴스	와이어 인덕턴스를 측정 결과값에서 빼줘야 합니다. 5cm, 1mm 지름의 와이어는 50nH 의 인덕턴스를 갖습니다. 5cm, 2mm 지름의 와이어는 40nH 의 인덕턴스를 갖습니다.
인덕터 측정시의 주파수 계수	설계된 주파수보다 낮은 주파수에서 인덕터를 측정할 때, 예를 들어 고주파 초크(HF choke)를 AF(오디오 대역)에서 측정하는 경우라면, 이런 경우에 인덕터는 유도성 저항(inductive resistor)처럼 동작합니다. 이때 측정 정확도 오차는 $(1 + 1/Q)$만큼 곱해져서 커지게 됩니다. (Q : Quality factor)
공심(Air-cored) 코일	공심 코일은 노이즈에 쉽게 영향 받을 수 있어서 측정 시에 전원 변압기나 화면 스캔 회로를 갖는 장비들에서 충분히 멀리 떨어져 있어야 합니다. 또한 인덕터 특성을 바꿀 수 있는 금속성 물체와도 충분히 멀리 있어야 합니다.
철심(Iron-cored) 페라이트 인덕터	철심과 페라이트 인덕터의 실효값(effective value)은 자화(magnetization)와 측정 신호 레벨에 의해 크게 변할 수 있습니다. 따라서 실제 사용하는 주파수와 AC 레벨에서 측정을 해야 하며 심재료(Core material)가 과도 자화(excessive magnetization)로 인해 손상되었을 때는(예 : 테이프 헤드 / 마이크로폰 트랜스 등) 연결 전에 반드시 테스트 신호 레벨을 받아들일 수 있는 지를 확인해야 합니다.

기본 측정 모드

기본 측정 모드에서는 각각의 측정항목에 대한 측정값을 바로 숫자로 확인할 수 있습니다. 고급 측정 모드인 Pass/Fail 테스트 모드(58 쪽)에서는 사용자가 설정한 영역을 기준으로 측정값의 Pass/Fail 을 판단할 수 있습니다. 그래프 모드 (87 쪽)에서는 시료의 자세한 분석이 가능합니다.

측정 항목설명	측정 항목 조합 37
	직렬/병렬등가회로 모델 38
	레지스턴스(R)와 컨덕턴스($G = 1/R$) 40
	커패시턴스 (C) 41
	인덕턴스 (L) 42
	리액턴스(X)와 서셉턴스($B = 1/X$) 43
	임피던스(Z)와 어드미턴스($Y = 1/Z$) 44
	품질 팩터(Q)와 디시페이션 팩터(D) 45
	위상각(θ) 46
측정 살펴보기	측정모드 진입 47
	측정 화면 설명 48
	등가회로모델/스케일 보이기 (pass/fail 실행) 49
측정 환경설정	측정 항목 선택 50
	측정영역 설정 (Auto) 51
	측정주파수 설정 52
	측정전압 설정 54
측정 실행	단일측정 모드(Single) 선택 55
	반복측정 모드(Repetitive) 선택 56
	구동 전압/전류 표시 숨기기 57

측정 항목 설명

한 번 측정에 두 가지 항목(primary 와 secondary)을 조합할 수 있습니다. 아래 도표에 가능한 조합이 정리 되어있습니다. 각각의 측정 항목에 대한 자세한 설명은 다음 쪽부터 정리되어 있습니다.

측정 항목 조합

●:Available, —:Not available, ✕:Combination doesn't exist.

1st measurement	2nd measurement					Circuit model		Graph	*Prog
	Q	D	R _{AC}	G	Angle	Series	Parallel		
커패시턴스 (C)	●	●	●	●	—	●	●	●	●
인덕턴스 (L)	●	●	●	●	—	●	●	●	●
리액턴스 (X)	●	●	●	—	—	●	—	●	●
서셉턴스 (B)	●	●	●	●	—	—	●	●	●
임피던스 (Z)	—	—	—	—	●	—	—	●	●
어드미턴스 (Y)	—	—	—	—	●	—	—	●	●
DC 레지스턴스(R _{DC})	—	—	—	—	—	—	—	—	●
퀄리티 팩터 (Q)	✕					●	●	●	●
디시페이션 팩터 (D)						●	●	●	●
AC 레지스턴스 (R _{AC})						●	●	●	●
컨덕턴스 (G)						—	●	●	●
위상각 (θ)						—	—	●	●

*Prog: Multi-step program

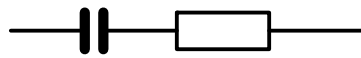
- 그래프 측정은 그래프 모드(87 쪽)을 참고하세요.
- 다중 스텝(Multi-step) 프로그램 모드는 Pass/Fail 테스트 모드(70 쪽)을 참고하세요.

직렬/병렬 등가회로 모델

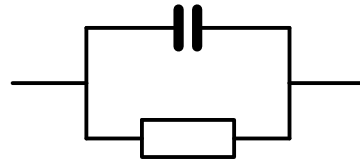
배경지식 AC 레지스턴스, 커패시턴스, 리액턴스, 인덕턴스와 커패시턴스를 측정하는 경우 직렬/병렬 등가회로 모델 분석이 가능합니다. 측정시료의 값에 따라 적절한 모델을 선택합니다.

커패시턴스 (C)

직렬 (Series) 모델



병렬 (Parallel) 모델



직렬 모델 공식

$$C_S = C_P (1 + D^2)$$

D=디시페이션 팩터

병렬 모델 공식

$$C_P = \frac{C_S}{(1 + D^2)}$$

D=디시페이션 팩터

직렬 (C_S) 사용하는 경우

리액턴스가 작을 때 :
리액턴스 (X_C) < 1kΩ

$$\text{Note: } X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

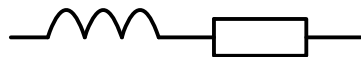
병렬 (C_P) 사용하는 경우

리액턴스가 클 때 :
리액턴스 (X_C) > 1kΩ

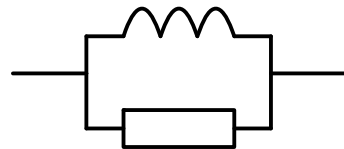
$$\text{Note: } X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

인덕턴스 (L)

직렬 (Series) 모델



병렬 (Parallel) 모델



직렬 모델 공식

$$L_S = \frac{L_P}{\left(1 + \frac{1}{Q^2}\right)}$$

Q=퀄리티 팩터

직렬(L_S) 사용하는 경우

리액턴스가 작을 때 :
리액턴스 (X_L) < 1k Ω

Note: $X_L = 2\pi fL$

병렬 모델 공식

$$L_P = L_S \left(1 + \frac{1}{Q^2}\right)$$

Q=퀄리티 팩터

병렬(L_P) 사용하는 경우

리액턴스가 클 때 : 리액턴스
(X_L) > 1k Ω

Note: $X_L = 2\pi fL$

레지스터스

직렬 (Series) 모델



직렬 모델 공식

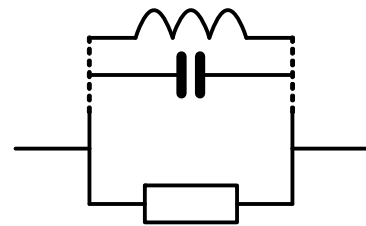
$$R_S = \frac{R_P}{(1 + Q^2)}$$

Q=퀄리티 팩터

직렬(R_S) 사용하는 경우

레지스터스가 작을 때 :
레지스터스 < 1k Ω

병렬 (Parallel) 모델



병렬 모델 공식

$$R_P = R_S (1 + Q^2)$$

Q=퀄리티 팩터

병렬(R_P) 사용하는 경우

레지스터스가 클 때 :
레지스터스 > 1k Ω

레지스턴스 (R) 와 컨덕턴스 (G = 1/R)

Background

레지스턴스란 두 단자 사이의 전류 흐름의 방해가 얼마나 큰가에 대한 수치입니다. 반대로 컨덕턴스는 레지스턴스의 역의 개념으로 전류 흐름이 얼마나 쉬운가에 대한 수치입니다.

레지스턴스(Resistance)

컨덕턴스(Conductance)

종류

- 직렬 레지스턴스 R_S
- 병렬 레지스턴스 R_P
- DC 레지스턴스 R_{dc}

- 병렬 컨덕턴스 $G_P (= 1/R_P)$

주 : 컨덕턴스는 병렬등가회로 모델 분석 시에만 가능합니다.

측정가능범위

0.01mΩ ~ 1GΩ

0.001ns ~ 1ks

측정 조합

- $C_S + R_S$
- $L_P + R_P$
- $C_P + G_P$
- $B_P + G_P$
- $L_S + R_S$
- $B_P + R_P$
- $L_P + G_P$
- $X_S + R_S$
- R_{dc}
- $C_P + R_P$

공식

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1}{G} = Z_S - jX \quad G_P = \frac{I}{V} = \frac{1}{R} = Y_P - jB$$

$$= Z_S - j\omega L = Z_S + \frac{j}{\omega C} = Y_P - j\omega C = Y_P + \frac{j}{\omega L}$$

$$|Z_S| = \sqrt{(R^2 + X^2)} \quad |Y_S| = \frac{GB}{\sqrt{(G^2 + B^2)}}$$

$$|Z_P| = \frac{RX}{\sqrt{(R^2 + X^2)}} \quad |Y_P| = \sqrt{(G^2 + B^2)}$$

$$R_S = |Z| \cos \theta \quad G_P = |Y| \cos \theta$$

커패시턴스 (C)

배경지식 커패시턴스는 두 단자 사이에 저장된 전하의 양에 대한 수치를 나타냅니다.

측정가능범위 0.001pF ~ 1F

종류 • 직렬 커패시턴스 C_S • 병렬 커패시턴스 C_P

측정 조합 • $C_S + Q$ • $C_P + Q$
 • $C_S + D$ • $C_P + D$
 • $C_S + R_S$ • $C_P + R_P$
 • $C_P + G_P$

공식 $Z_S = R - \frac{j}{\omega C}$ $Y_P = G + j\omega C$
 $Q = \frac{1}{\omega C_S R_S}$ $Q = \omega C_P R_P \quad D = \frac{G_P}{\omega C_P}$
 $D = \omega C_S R_S$

인덕턴스 (L)

배경지식	인덕턴스는 전류에 의해 발생하는 자속(magnetic flux)의 양에 대한 수치를 나타냅니다.	
측정가능범위	0.1nH ~ 100kH	
종류	직렬 인덕턴스 L_S	병렬 인덕턴스 L_P
측정 조합	$L_S + Q$ $L_S + D$ $L_S + R_S$	$L_P + Q$ $L_P + D$ $L_P + R_P$ $L_P + G_P$
공식	$Z_S = R + j\omega L$ $Q = \frac{\omega L_S}{R_S}, \quad D = \frac{R_S}{\omega L_S}$	$Y_P = G - \frac{j}{\omega L}$ $Q = \frac{R_P}{\omega L_P}, \quad D = \omega L_P G_P$

리액턴스 (X) 와 서셉턴스 ($B = 1/X$)

배경지식	리액턴스는 커패시터 또는 인덕터에 의해 발생하는 임피던스(Z)의 허수부를 말합니다. 서셉턴스는 리액턴스의 역의 개념으로 임피던스의 역의 개념인 어드미턴스(Y)의 허수부를 말합니다.	
종류	직렬 리액턴스 (X_S) 주 : 리액턴스는 직렬 회로 모델에서만 가능합니다.	병렬 서셉턴스 (B_P) 주 : 서셉턴스는 병렬 회로 모델에서만 가능합니다.
측정가능범위	0.01m Ω ~ 1G Ω	0.001ns ~ 1ks
측정 조합	• $X_S + Q$ • $X_S + D$ • $X_S + R_S$	• $B_P + Q$ • $B_P + D$ • $B_P + R_P$ • $B_P + G_P$
공식	$X = \frac{1}{B} = Z \sin \theta$ $ Z_S = \sqrt{(R^2 + X^2)}$ $ Z_P = \frac{RX}{\sqrt{(R^2 + X^2)}}$ $X_S = Z \sin \theta$	$B = \frac{1}{X} = Y \sin \theta$ $ Y_S = \frac{GB}{\sqrt{(G^2 + B^2)}}$ $ Y_P = \sqrt{(G^2 + B^2)}$ $B_P = Y \sin \theta$

임피던스 (Z) 와 어드미턴스 ($Y = 1/Z$)

배경지식 임피던스는 AC 회로상의 두 단자 사이의 전류 흐름의 방해가 얼마나 큰가에 대한 수치를 나타냅니다. 반대로 어드미턴스는 임피던스의 역의 개념으로 AC 회로내의 전류 흐름이 얼마나 쉬운지를 나타냅니다.

종류 임피던스 (Z) 어드미턴스 (Y)

측정가능범위 0.01mΩ ~ 1GΩ 0.001ns ~ 1ks

공식

$$Z = \frac{E}{I} = \frac{1}{Y}$$

$$Y = \frac{I}{E} = \frac{1}{Z}$$

$$Z_S = R + jX$$

$$Y_P = G + jB$$

$$= R + j\omega L = R - \frac{j}{\omega C}$$

$$= G + j\omega C = G - \frac{j}{\omega L}$$

$$|Z_S| = \sqrt{(R^2 + X^2)}$$

$$|Y_S| = \frac{GB}{\sqrt{(G^2 + B^2)}}$$

$$|Z_P| = \frac{RX}{\sqrt{(R^2 + X^2)}}$$

$$|Y_P| = \sqrt{(G^2 + B^2)}$$

$$R_S = |Z| \cos \theta$$

$$G_P = |Y| \cos \theta$$

$$X_S = |Z| \sin \theta$$

$$B_P = |Y| \sin \theta$$

퀄리티 팩터(Q)와 디시페이션 팩터(D)

배경지식 퀄리티 팩터(Quality factor)와 그것의 역의 개념인 디시페이션 팩터(Dissipation factor)는 모두 측정 주파수에서의 에너지 저장 혹은 소모에 대한 비율을 나타냅니다.

- 낮은 에너지 소모 : high Q, low D
- 높은 에너지 소모 : low Q, high D

종류 퀄리티 팩터 (Q) 디시페이션 팩터 (D)

측정가능범위 0.01 ~ 9999.9 0.00001 ~ 1000

공식

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{\omega L_S}{R_S} = \frac{1}{\omega C_S R_S} & D &= \frac{R_S}{\omega L_S} = \omega C_S R_S \\
 &= \frac{R_P}{\omega L_P} = \omega C_P R_P & &= \frac{G_P}{\omega C_P} = \omega L_P G_P \\
 &= \frac{1}{\tan(90 - \theta)^\circ} = \frac{1}{D} & &= \tan(90 - \theta)^\circ = \frac{1}{Q}
 \end{aligned}$$

위상각 (θ)

배경지식 여기서 위상각(θ)은 임피던스(Z), 어드미턴스(Y),
 퀄리티 팩터(Q)와 디시페이션 팩터(D)의 위상 측정값을
 나타냅니다.

종류 위상각 (θ)

측정가능범위 $-180^\circ \sim +180^\circ$

공식	$Z_s = R + jX$	$Y_p = G + jB$
	$= R + j\omega L = R - \frac{j}{\omega C}$	$= G + j\omega C = G - \frac{j}{\omega L}$
	$Q = \frac{1}{\tan(90 - \theta)^\circ} = \frac{1}{D}$	$D = \tan(90 - \theta)^\circ = \frac{1}{Q}$
	$R_s = Z \cos \theta$	$G_p = Y \cos \theta$
	$X_s = Z \sin \theta$	$B_p = Y \sin \theta$

측정 모드 살펴보기

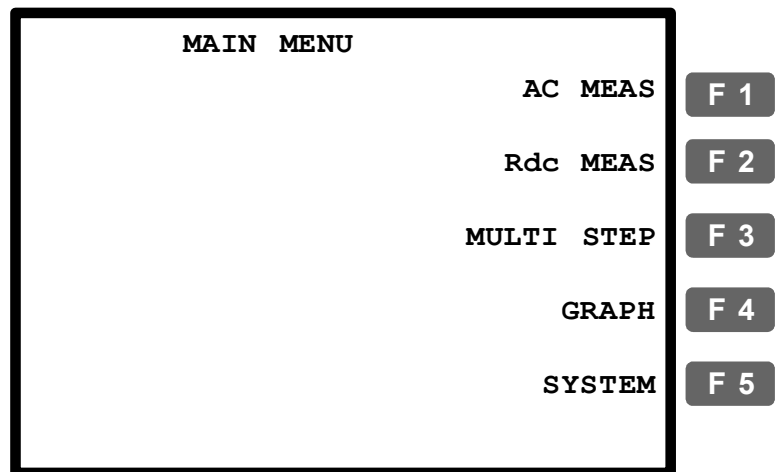
측정 모드 진입

종류	AC	C, L, X, B, Z, Y, Q, D, R, G, θ
	DC	Rdc

패널조작법

1. Menu 키를 누르면 아래와 같이 메인 메뉴 화면으로 진입합니다.

Menu

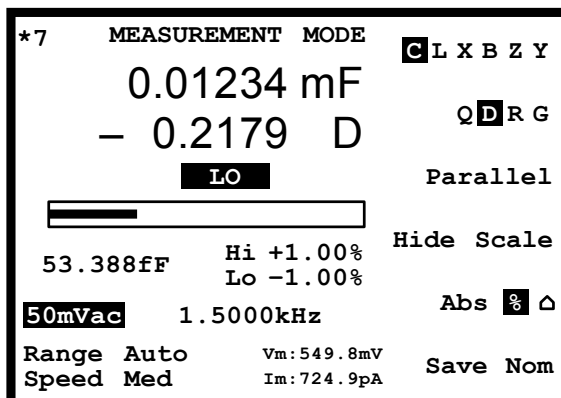


2. Rdc 를 측정할 때에는 F2 (Rdc Meas) 키를 누릅니다. 그 외의 측정은 F1 (AC Meas) 키를 누릅니다.

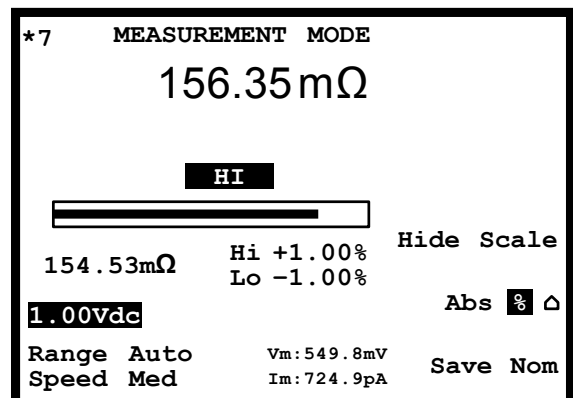
F 2

F 1

AC 측정

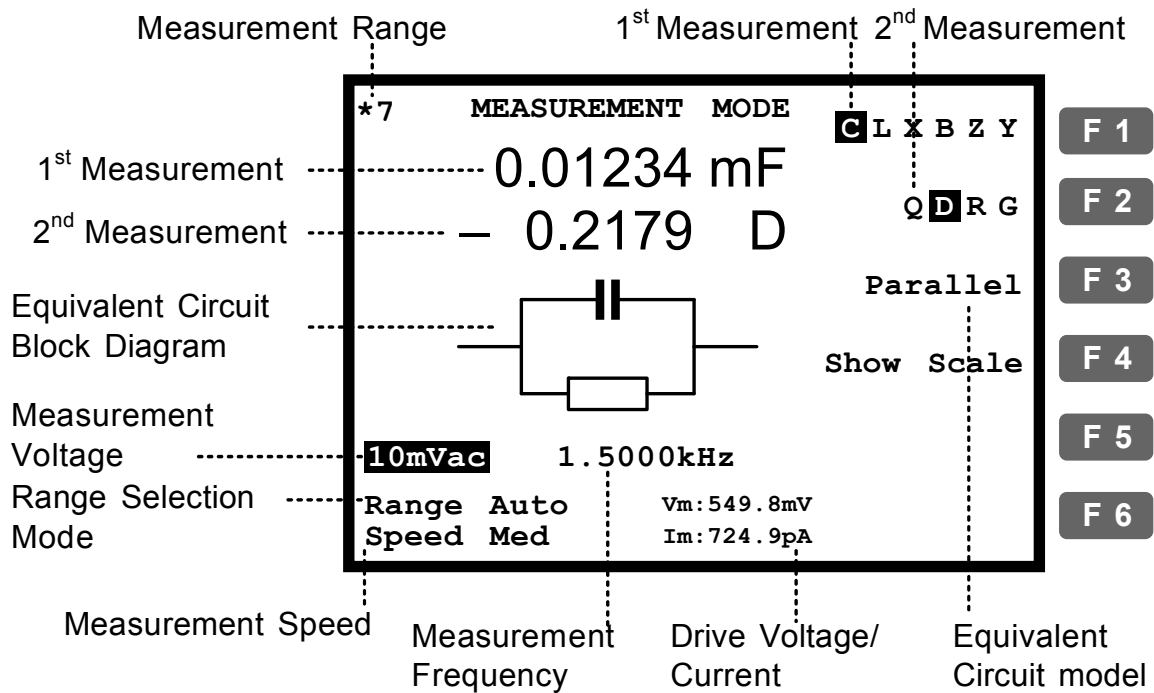


DC 측정 (Rdc)

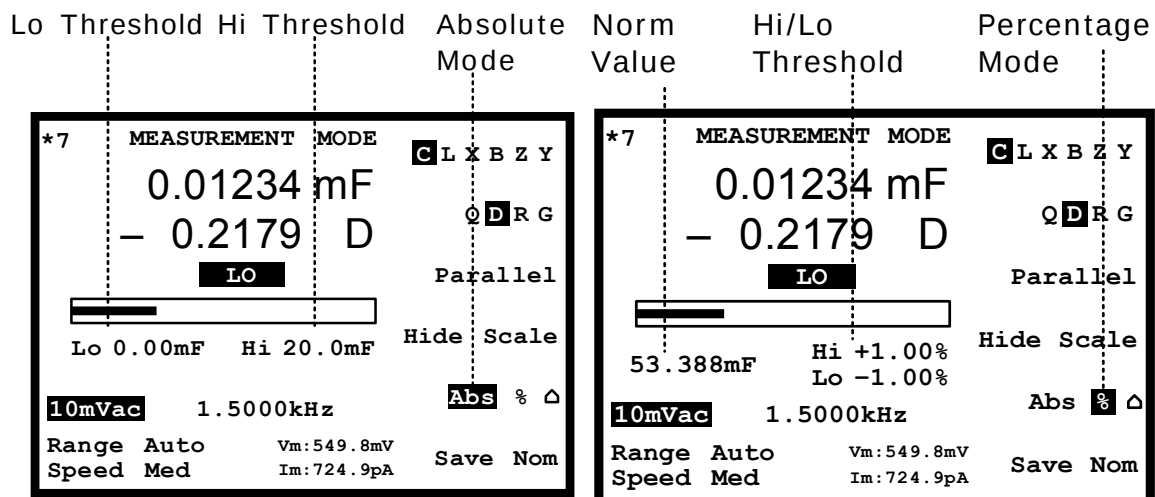


측정 화면 설명

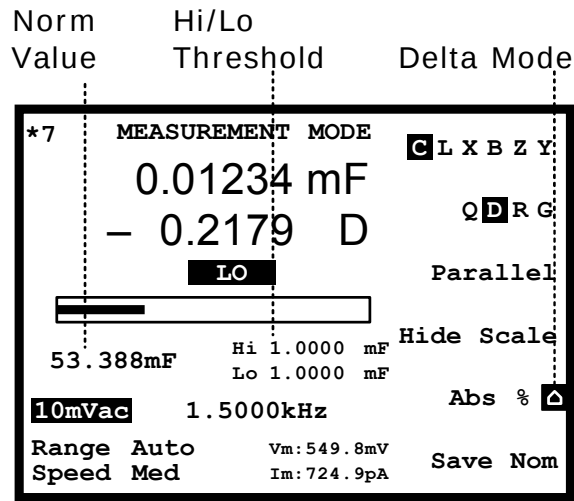
기본 측정 모드



Absolute 모드 (Pass/Fail 테스트) % 모드 (Pass/Fail 테스트)



델타 모드 (Pass/Fail 테스트)



Pass/Fail 테스트에 대한 자세한 내용은 58 쪽을 참고하세요.

등가회로 모델 / 스케일 보이기 (Pass/Fail 테스트 실행)

배경지식

측정 화면 중앙에 등가회로 모델을 그림으로 나타내거나 Pass/Fail 테스트의 결과를 위한 바 스케일을 표시할 수 있습니다. 스케일을 선택하면 Pass/Fail 테스트가 바로 실행됩니다. (Single Step Pass/Fail 측정)

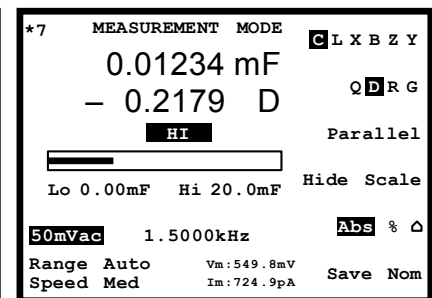
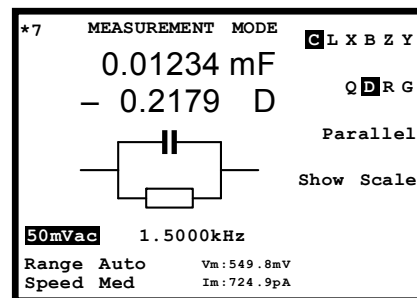
패널조작법

F4 (Show/Hide scale) 키를 눌러 등가회로 모델 또는 스케일을 선택합니다.

F 4

등가회로모델(Normal)

스케일(Pass/Fail 테스트)



Pass/Fail 테스트

Pass/Fail 테스트에 대한 자세한 내용은 58 쪽을 참고하세요.

파라미터 설정

측정 항목 선택

* Rdc 측정 시에는 적용되지 않습니다.

측정 조합	아래는 기본측정모드의 첫 번째, 두 번째 측정 항목들의 가능한 조합들을 나타냅니다.		
커패시턴스 (C)	Series	C-Q, C-D, C-R	
	Parallel	C-Q, C-D, C-R, C-G	
인덕턴스 (L)	Series	L-Q, L-D, L-R	
	Parallel	L-Q, L-D, L-R, L-G	
리액턴스 (X)	Series	X-Q, X-D, X-R	
서셉턴스 (B)	Parallel	B-Q, B-D, B-R, B-G	
임피던스 (Z)		Z-Angle	
어드미턴스 (Y)		Y-Angle	

패널 조작법

F1 키를 눌러가며 원하는 첫 번째 측정

F 1

항목을 선택합니다. **C L X B Z Y**

F2 키를 눌러가며 원하는 두 번째 측정

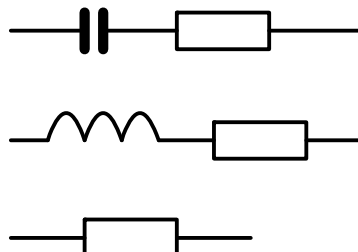
F 2

항목을 선택합니다. **Q D R G**

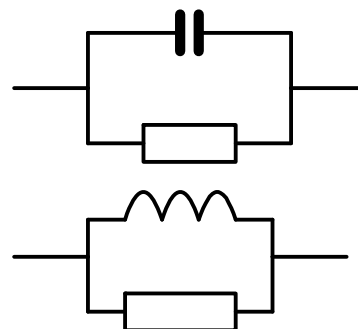
F3 키를 눌러 직렬 혹은 병렬 등가회로 모델을 선택합니다.

F 3

직렬 (Series) 모델



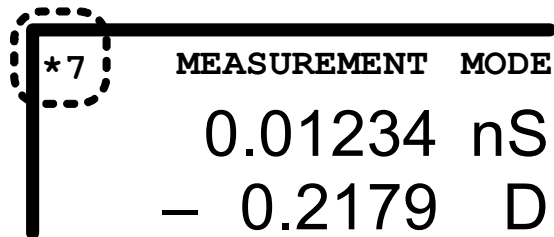
병렬 (Parallel) 모델



측정 영역 설정 (Auto 설정 추천)

배경지식

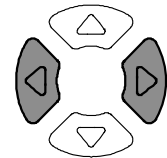
여기서 측정 영역이란 각 항목 측정을 위한 장비 내부에서 사용하는 파라미터를 말합니다. 측정 정확도를 최상으로 하기 위해서는 항상 Auto 로 설정되어야 합니다. 측정 화면의 왼쪽 상단에 현재 장비가 내부적으로 선택하고 있는 측정영역이 표시됩니다.



패널조작법

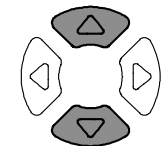
1. 좌/우 방향으로 커서를 Range 설정 위치로 옮깁니다.

Range Auto
Speed Slow



2. 상/하 방향으로 Auto 로 맞춥니다.

Range 5 → **Range Auto**
Speed Slow → **Speed Slow**



측정 주파수 설정

* Rdc 측정 시에는 적용되지 않습니다.

배경지식

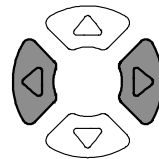
측정주파수와 측정전압은 AC 측정의 필수 설정 조건입니다. 정확한 측정값을 얻기 위해 측정시료의 주파수 특성에 따른 적합한 주파수가 선택되었는지 반드시 확인해야 합니다.

패널조작법

1. 좌/우 방향키로 커서를 Frequency 설정 위치로 옮깁니다.

2.00 Vac

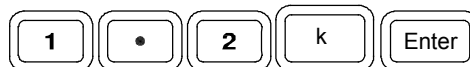
195.00 kHz



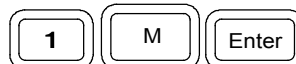
2. 숫자키를 사용하여 주파수를 입력합니다.

Range 20Hz ~ 1MHz (LCR-8101G)
 20Hz ~ 5MHz (LCR-8105G)
 20Hz ~ 10MHz (LCR-8110G)

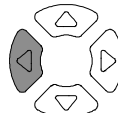
1.2kHz



1MHz



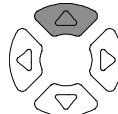
Backspace



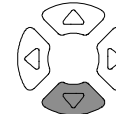
All clear



Increase



Decrease



입력된 값이 장비가 지원하는 영역을 벗어나면
 자동으로 입력값과 가장 가까운 값으로 변경됩니다.

Nearest Available

잘못된 단위(예를 들어 Ω 과 같은)가 입력되면
 입력값이 취소됩니다.

Unit Mismatched

주파수 스텝
분해능 선택

상/하 방향으로 입력 주파수를 증가/감소하는 경우를
위해 Fine 과 Coarse 설정이 가능합니다.

Fine 1st digit: 1, 2, 3, 4, 5, 6...

Coarse 2nd digit: 10, 12, 15, 20, 25, 30, 40, 50,
60, 80

1. Code 키를 누릅니다.



2. 숫자키를 사용하여 시스템 코드를 입력한 후
Enter 키로 입력을 완료합니다. 입력 완료 후 확인
메시지가 화면 상에 표시됩니다.

Fine: 10

1

0

Enter

Freq fine steps

Coarse: 11

1

1

Enter

Freq coarse steps

측정 전압 설정

배경지식

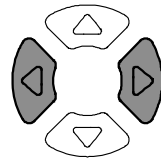
측정주파수와 측정전압은 AC 측정의 필수 설정 조건입니다. 정확한 측정값을 얻기 위해 측정시료의 주파수 특성에 따른 적합한 주파수가 선택되었는지 반드시 확인해야 합니다.

전압 설정

1. 좌/우 방향키로 커서를 Voltage 설정 위치로 옮깁니다.

2.00 Vac

195.00 kHz



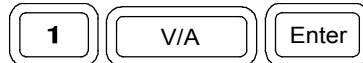
2. 숫자키를 사용하여 전압값을 입력합니다.

Range DCV: 10mV ~ 2V
 AC, 20Hz ~ ≤ 3MHz: 0.01V ~ 2Vrms
 AC, >3MHz ~ 10MHz: 0.01V ~ 1Vrms

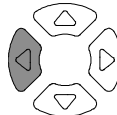
100mV



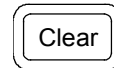
1V



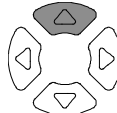
Backspace



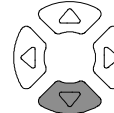
All clear



Increase



Decrease



입력된 값이 장비가 지원하는 영역을 벗어나면
자동으로 입력값과 가장 가까운 값으로 변경됩니다.

Nearest Available

잘못된 단위(예를 들어 ㉟과 같은)가 입력되면
입력값이 취소됩니다.

Unit Mismatched

측정 실행

단일측정 모드 (Single) 선택

배경지식

측정값은 수동모드(Single) 또는 자동모드(Repetitive)로 화면에 업데이트 될 수 있습니다.

단일측정 모드에서는 사용자가 Trigger 키를 누를 때만 측정값이 화면에 업데이트 됩니다.

반면 반복측정 모드에서는 사용자가 설정한 측정속도에 맞춰 측정값이 계속해서 업데이트 됩니다.

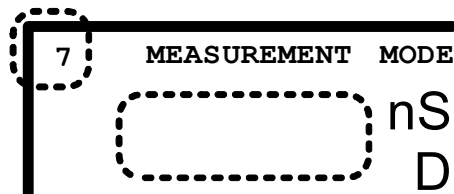
패널 조작법

1. Sing/Rep 키를 눌러 Single Shot 모드를 선택합니다. 화면에 다음과 같은 메시지가 나타납니다.

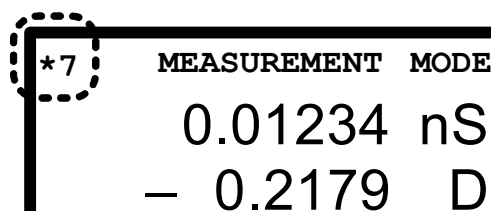
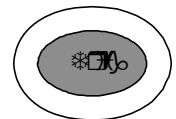


Single Shot Mode

2. Single Shot 모드 선택 후에는 화면 좌측 상단의 측정 업데이트 알림표시(*)가 사라집니다.



3. Trigger 키를 누르면 측정 업데이트 알림표시(*)가 깜빡이며 측정 값을 화면에 업데이트 합니다.



반복측정 모드 (Repetitive) 선택

배경지식

측정값은 수동모드(Single) 또는 자동모드(Repetitive)로 화면에 업데이트 될 수 있습니다.

단일측정 모드에서는 사용자가 Trigger 키를 누를 때만 측정값이 화면에 업데이트 됩니다.

반면 반복측정 모드에서는 사용자가 설정한 측정속도에 맞춰 측정값이 계속해서 업데이트 됩니다.

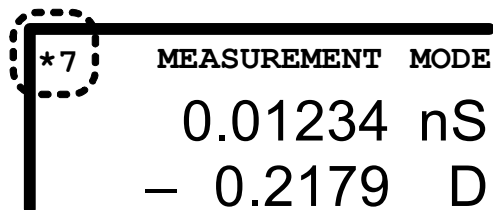
패널 조작법

1. Sing/Rep 키를 눌러 Repetitive 모드를 선택합니다. 화면에 다음과 같은 메시지가 나타납니다.



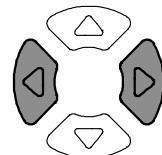
Repetitive Mode

2. 측정 업데이트 알림표시(*)가 계속 깜빡이며 측정값이 화면에 계속 업데이트 됩니다.

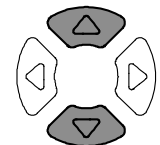


3. 좌/우 방향키로 커서를 Speed 설정 위치로 옮깁니다.

Speed Slow



4. 상/하 방향키로 측정값 업데이트 시간을 선택합니다. (다음표 참조)



		DC	AC≤ 100Hz	AC≤ 2kHz	AC> 2kHz	AC≥ 1MHz
Slow	900ms	1.3s	600ms	600ms	620ms	
Med	120ms	1.2s	470ms	450ms	470ms	
Fast	60ms	650ms	180ms	150ms	150ms	
Max	30ms	600ms	120ms	75ms	120ms	

Beep 설정

Beep 설정(61 쪽)이 켜져있고 반복 측정 모드에서 Pass/Fail 테스트가 진행 중이면 측정 결과에 따라 버저 소리가 계속 울릴 수 있습니다. 이럴 때는 Sing/Rep 키를 눌러 Single 모드로 변경하거나 시스템 설정에서 Beep 설정을 OFF 로 변경하시기 바랍니다.



구동 전압/전류 표시 숨기기

배경지식

화면에 측정시료에 실제 적용되는 구동 전압과 전류 값 수치를 표시할 수 있습니다.

Vm: 549.8mV
Im: 724.9pA

패널조작법

1. Code 키를 누릅니다.



2. 숫자키를 사용하여 시스템 코드를 입력한 후 Enter 키를 눌러 입력 완료합니다.

전압/전류 숨기기 :

80

Vm: 549.8mV
Im: 724.9pA



전압/전류 보이기:

81



Vm: 549.8mV
Im: 724.9pA

PASS-FAIL 테스트 모드

Pass/Fail 테스트 모드에서는 사용자가 미리 정한 영역 내에 측정 결과값이 들어오는 지를 판단할 수 있습니다. 기본 측정 모드에서의 단일 테스트와 멀티스텝 모드에서의 다중 테스트가 있습니다. 단일 테스트는 한 가지 항목만을 테스트하는 반면에 멀티스텝 테스트는 다수의 측정 항목을 한 번에 테스트할 수 있습니다.

단일스텝 테스트 설정 (Single-step)	살펴보기	60
	Beep 설정	61
	측정값 업데이트 평균치 설정	62
	테스트 항목과 스케일 선택 (Pass/Fail 테스트)	63
	파라미터 설정	64
단일스텝 테스트 실행 (Single-step)	Absolute 모드 실행	66
	Percentage 모드 실행	67
	Delta 모드 실행	68
	기준값(Nominal) 설정 방법	69

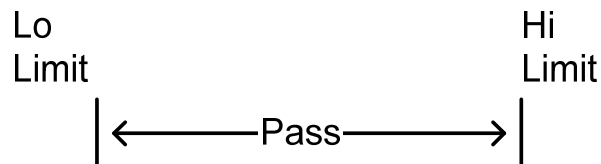
다중스텝	살펴보기	70
테스트 설정 (Multi-step)	Beep 설정	72
	측정값 업데이트 평균치 설정	73
	다중스텝(multi-step)모드 진입	74
	새 프로그램 생성.....	74
	프로그램 스텝 편집	76
	프로그램 스텝 복사.....	79
	프로그램 스텝 삭제	79
다중스텝	프로그램 실행	80
테스트 실행		
다중스텝	프로그램 저장.....	83
파일 조작법	프로그램 불러오기	85
	프로그램 삭제	86

단일스텝 테스트 설정 (Single-Step)

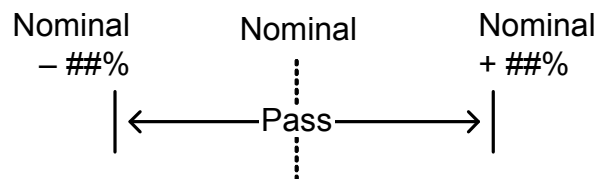
살펴보기

배경지식 / 테스트 종류 Pass/Fail 테스트는 측정 결과값이 Hi(high)와 Lo(low) 값에 의한 제한 구간 사이에 있는 지를 판단합니다. Absolute, Percentage, Delta 등 모두 세 종류의 테스트가 가능합니다.

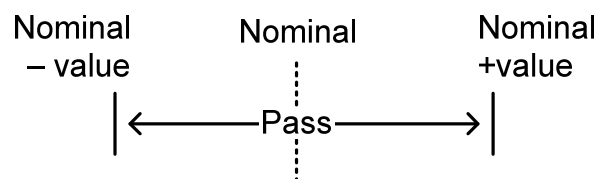
Absolute 제한구간 Hi 와 Lo 값에 의해 제한 구간이 절대치로 정해집니다.



Percentage 제한구간 Hi 와 Lo 에 의한 제한 구간이 기준값에서 퍼센트에 의한 거리로 정해집니다.



Delta 제한구간 Hi 와 Lo 에 의한 제한 구간이 기준값에서 값에 의한 거리로 정해집니다.



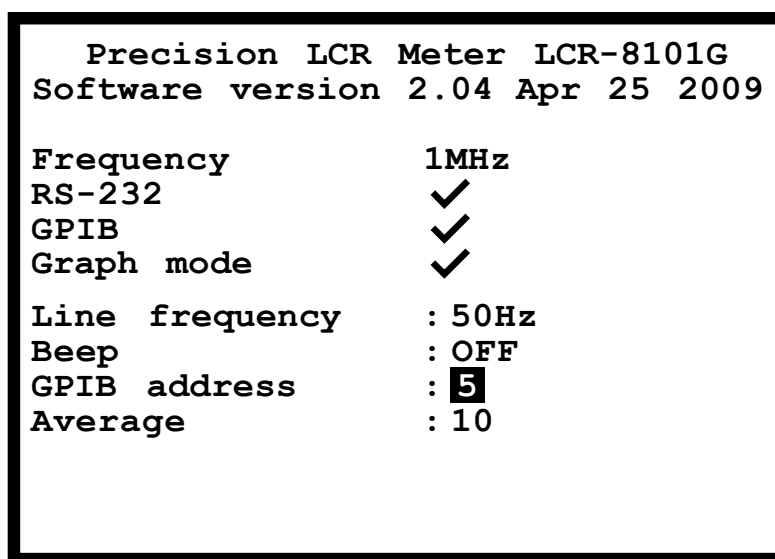
테스트 항목	C _S 직렬 커패시턴스	X	리액턴스
	C _P 병렬 커패시턴스	B	서셉턴스
	L _S 직렬 인덕턴스	Z	임피던스
	L _P 병렬 인덕턴스	Y	어드미턴스
	R _S 직렬 레지스턴스	R _{DC}	DC 레지스턴스
	R _P 병렬 레지스턴스	θ	위상각
각 항목에 대한 자세한 내용은 37 쪽을 참고하세요.			

Beep 설정

배경지식 Pass/Fail 테스트 결과가 미리 설정한 조건 (Pass 혹은 Fail)에 맞을 때 버저가 울리도록 설정할 수 있습니다.

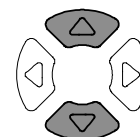
패널조작법

1. Menu 키를 누른 후 F5 (System)키를 눌러 시스템 설정으로 들어갑니다.

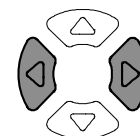


2. 상/하 방향키로 커서를 Beep 설정으로 옮깁니다.

Beep : OFF



3. 좌/우 방향키로 OFF, Pass, Fail 중 하나를 선택합니다.



Off 사용 안 함

Pass 테스트 결과가 Pass 일 때 버저 울림

Fail 테스트 결과가 Fail 일 때 버저 울림

반복측정모드 버저

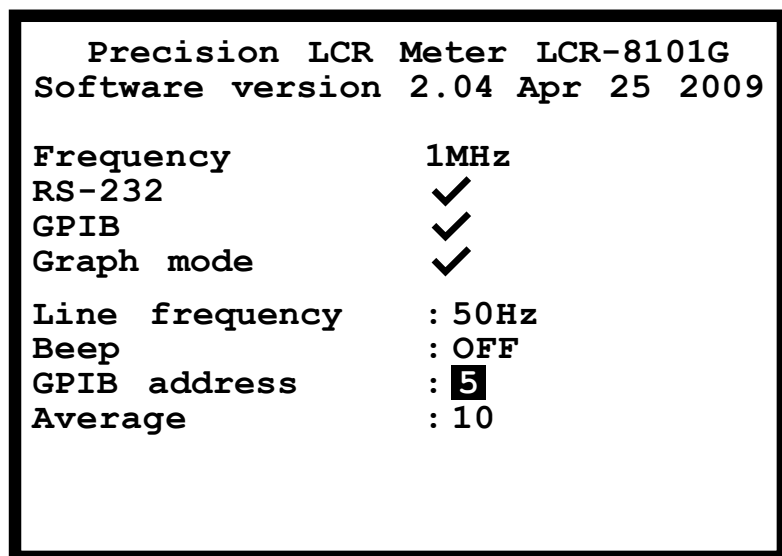
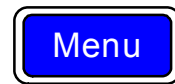
반복측정 모드에서는 버저가 계속 울릴 수 있습니다. 이 때 버저를 끄기 위해서는 Sing/Rep 키를 눌러 단일측정모드(Single)로 변경하거나 시스템 Beep 설정을 OFF 로 변경합니다.

측정값 업데이트 평균치 설정

배경지식 측정값을 미리 설정한 개수대로 평균 내어 화면에 업데이트 할 수 있습니다. 평균개수는 1 부터 256 개까지 설정 가능합니다.

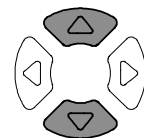
패널 조작법

1. Menu 키를 누른 후 F5 (System)키를 눌러 시스템 설정으로 들어갑니다.



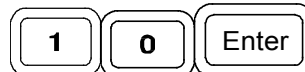
2. 상/하 방향으로 커서를 Average 설정으로 옮깁니다.

Average : 10



3. 숫자키를 사용하여 값을 입력합니다. 최대 256 개까지 입력이 가능합니다.

Average: 10

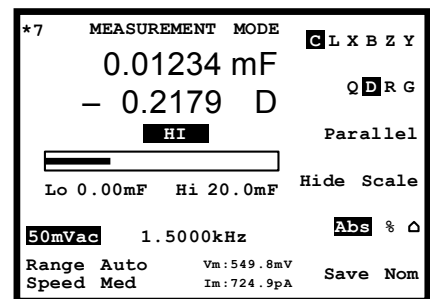
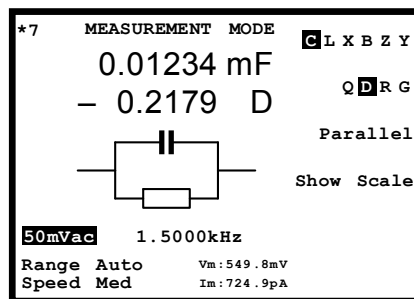


테스트 항목과 스케일 선택 (Pass/Fail 테스트)

테스트 항목	F1 키를 눌러가며 첫 번째 측정 항목을 선택합니다. C L X B Z Y	F 1
	F2 키를 눌러가며 두 번째 측정 항목을 선택합니다. Q D R G	F 2
등가회로모델	F3 키를 눌러 적절한 등가회로모델 (Series/Parallel)을 선택합니다.	F 3
스케일	F4 (Show/Hide scale)키를 눌러 Pass/Fail 테스트를 선택합니다.	F 4

기본 측정 모드

Pass/Fail 테스트



기본측정 모드 기본측정(Normal) 모드에 대한 자세한 내용은 36 쪽을 참고하세요.

파라미터 설정

좀더 자세한 설명은 기본측정모드 설명을 참고하세요. (47 쪽)

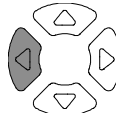
편집 방법

예 :

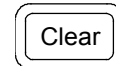
100mV



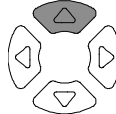
Backspace



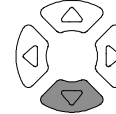
All clear



Increase



Decrease



입력된 값이 장비가 지원하는 영역을 벗어나면 자동으로 가장 가까운 값으로 변경됩니다.

Nearest Available

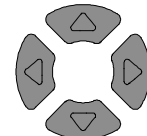
잘못된 단위(예를 들어 Ω 과 같은)가 입력되면 입력값이 취소됩니다.

Unit Mismatched

측정 영역 설정
(Auto)

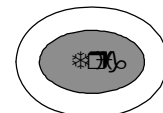
좌/우 방향키로 커서를 Range 설정으로 옮깁니다. 상/하 방향키로 Auto 를 선택합니다.

Range Auto
Speed Slow



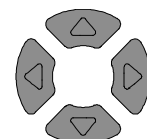
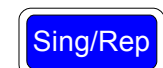
단일측정모드
(Single)

Sing/Rep 키를 눌러 Single 을 선택합니다. 이때는 Trigger 키를 누를 때 마다 측정값이 업데이트 됩니다. (수동트리거)



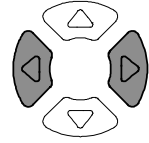
반복측정모드
(Repetitive)

Sing/Rep 키를 눌러 Rep 를 선택합니다. 좌/우 방향키로 커서를 Speed 설정으로 옮긴 후 상/하 방향키로 측정속도를 선택합니다. 측정속도에 맞춰 측정값이 업데이트됩니다. (자동트리거)



주파수
(Rdc 제외)

좌/우 방향키로 커서를 Frequency 설정으로 옮긴 후 숫자키와 단위키를 사용하여 측정 주파수를 입력합니다.



2.00 Vac

195.00 kHz

주파수 스텝
분해능 설정

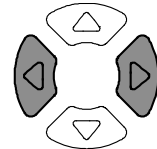
상/하 방향키를 사용하여 측정주파수를 증가/감소시킬 때 Fine 과 Coarse 스텝 설정이 가능합니다.

Code 키를 누른 후 10 (Fine) 혹은 11 (Coarse)을 입력합니다.



측정전압
설정

좌/우 방향키로 커서를 Voltage 설정으로 옮긴 후 숫자키와 단위키를 사용하여 측정 전압을 입력합니다.



2.00 Vac

195.00 kHz

단일스텝 테스트 실행 (Single-Step)

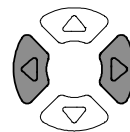
Absolute 모드 실행

1. F5 키를 눌러 Abs 를 선택합니다.

F 5

Abs %

2. 좌/우 방향키를 사용하여 커서를 Hi/Lo 값 설정으로 옮깁니다.



Lo 0.00mF **Hi 20.0mF**

3. 숫자키와 단위키를 사용하여 Hi/Lo 값을 입력합니다.
편집중인 값은 화면 좌측 하단에 표시됩니다.

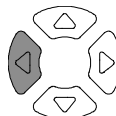
Range Auto
Speed Med
Lo Lim: 1.5

예 :

1.2mΩ

1 **.** **2** **m** **Ω** **Enter**

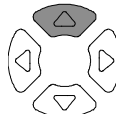
Backspace



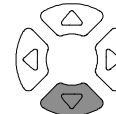
All clear

Clear

Increase



Decrease



입력된 Lo 값이 Hi 값보다 높으면 자동으로 값이 서로 변경됩니다.

Hi and Lo Swapped

4. 테스트 결과에 따라 수평 바 위에 PASS, HI, LO 가 표시되며 Beep 설정에 따라 버저가 한번 울립니다.

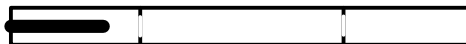
Result > Hi

HI



Result < Lo

LO



Lo < Result < Hi
(Pass)

PASS



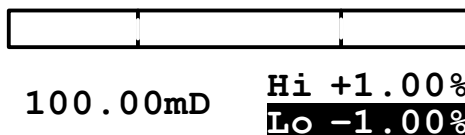
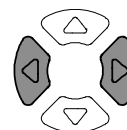
Percentage 모드 실행

1. F5 키를 눌러 %를 선택합니다.

F 5

Abs **%** **△**

2. 좌/우 방향키로 커서를 Hi/Lo 값 설정 또는 Nominal 값 설정으로 옮깁니다.



3. 숫자키와 단위키를 사용하여 값을 입력합니다. 편집 중인 값은 화면 좌측하단에 표시됩니다.

Range Auto

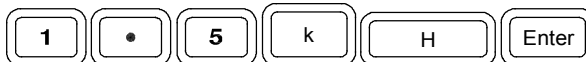
Speed Med

Lo Lim: 1.5

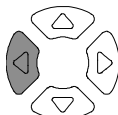
-2.50%



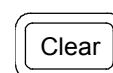
1.5kH



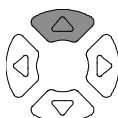
Backspace



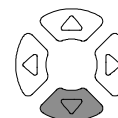
All clear



Increase



Decrease



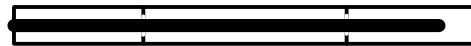
입력된 Lo 값이 Hi 값보다 높으면 자동으로 값이 서로 변경됩니다.

Hi and Lo Swapped

4. 테스트 결과에 따라 수평 바 위에 PASS, HI, LO 가 표시되며 Beep 설정에 따라 버저가 한번 울립니다.

Result > Hi

HI



Result < Lo

LO



Lo < Result < Hi
(Pass)

PASS



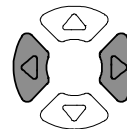
Delta 모드 실행

1. F5 키를 눌러 Δ 를 선택합니다.

F 5

Abs % Δ

2. 좌/우 방향키로 커서를 Hi/Lo 값 설정 또는 Nominal 값 설정으로 옮깁니다.



53.388mF

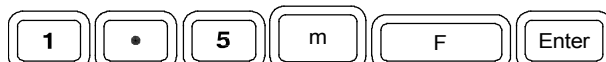
Hi 1.0000 mF

Lo 1.0000 mF

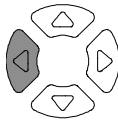
3. 숫자키와 단위키를 사용하여 값을 입력합니다. 편집중인 값은 화면 좌측 하단에 표시됩니다.

Range Auto
Speed Med
Lo Lim: 1.5

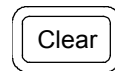
1.5mF



Backspace



All clear



입력된 Lo 값이 Hi 값보다 높으면 자동으로 값이 서로 변경됩니다.

Hi and Lo Swapped

- 테스트 결과에 따라 수평 바 위에 PASS, HI, LO 가 표시되며 Beep 설정에 따라 버저가 한번 울립니다.

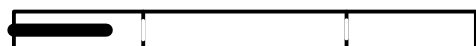
Result > Hi

HI



Result < Lo

LO



Lo < Result < Hi
(Pass)

PASS



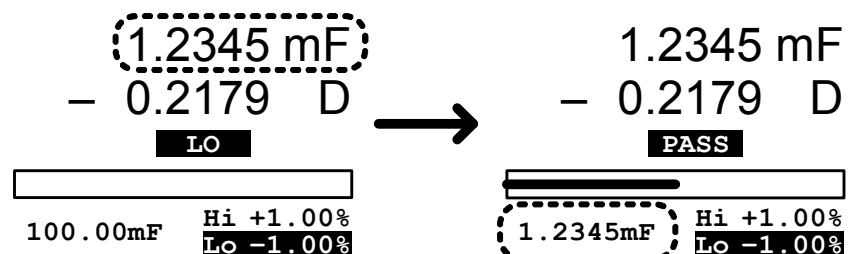
기준값 (Nominal) 설정 방법

패널 조작법

(Percentage 와 Delta 모드에서만 가능)

F 6

현재 화면에 표시되고 있는 측정값을
기준값(Nominal)으로 사용할 수 있습니다.
F6 (Save Nom)키를 누르면 현재 표시되고
있는 측정값이 Nominal 값으로 복사됩니다.



다중스텝 테스트 설정 (Multi-Step)

살펴보기

배경지식	다중스텝(Multi-step) 모드에서는 최대 30 개의 스텝을 프로그래밍하여 한번에 테스트하는 것이 가능합니다. 장비에 최대 64 개의 프로그램(각각 30 개의 스텝)을 저장할 수 있습니다.	
제한 구간 종류	이 모드에서는 Absolute 모드 테스트만 가능합니다. Percentage 와 Delta 모드는 단일스텝 모드만 가능합니다. (60 쪽).	Lo Limit ← → Pass Hi Limit
테스트 항목	C_S 직렬 커패시턴스 C_P 병렬 커패시턴스 L_S 직렬 인덕턴스 L_P 병렬 인덕턴스 R_S 직렬 레지스턴스 R_P 병렬 레지스턴스 X 리액턴스 B 서셉턴스 G 컨덕턴스 Z 임피던스 Y 어드미턴스 R_{DC} DC 레지스턴스 θ 위상각 각 항목의 자세한 설명은 37 쪽을 참고하세요.	

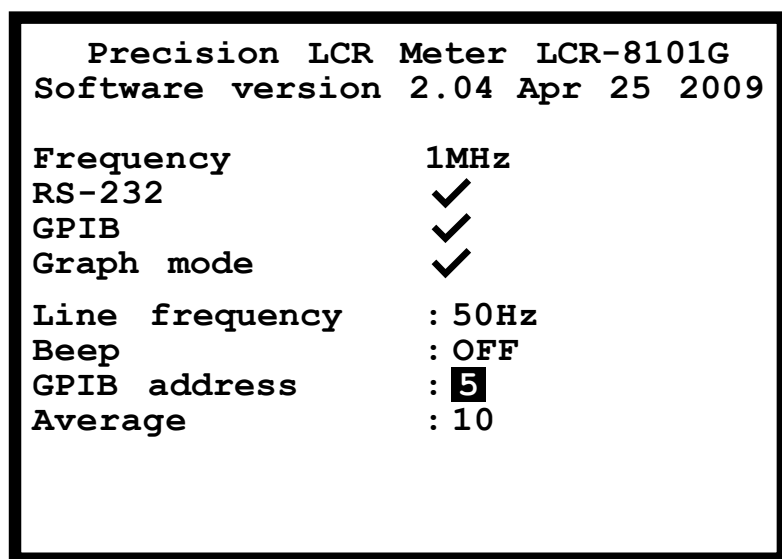
파라미터	스텝 개수	각 프로그램 당 최대 30 스텝 가능
	프로그램개수	최대 64 프로그램 저장 가능
	구동 전압	10mV ~ 2V (DC 또는 AC≤3 MHz)
	(1mV step)	10mV ~ 1V (AC>3 MHz)
	주파수	20Hz ~ 1MHz (LCR-8101G)
		20Hz ~ 5MHz (LCR-8105G)
		20Hz ~ 10MHz (LCR-8110G)
	바이어스	Reserved item: internal use only
	속도	Max, Fast, Med, Slow
	Hi / Lo 제한	Follows the measurement range
	측정지연	0 ~ 9999ms, 1ms step
	수동트리거	Trigger 키나 F1 (Start)키를 누를 때만 측정됩니다.
	자동 트리거	LCR-8000G 가 DUT 를 검출할 때 측정이 시작됩니다.

Beep 설정

배경지식 Pass/Fail 테스트 결과가 미리 설정한 조건(Pass 혹은 Fail)에 맞을 때 버저가 울리도록 설정할 수 있습니다.

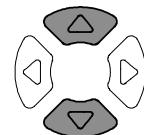
패널조작법

1. Menu 키를 누른 후 F5 (System)키를 눌러 시스템 설정으로 들어갑니다.

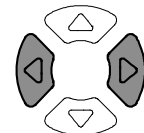


2. 상/하 방향키로 커서를 Beep 설정으로 옮깁니다.

Beep : OFF



3. 좌/우 방향키로 OFF, Pass, Fail 중 하나를 선택합니다.



Off 사용 안 함

Pass 테스트 결과가 Pass 일 때 버저 울림

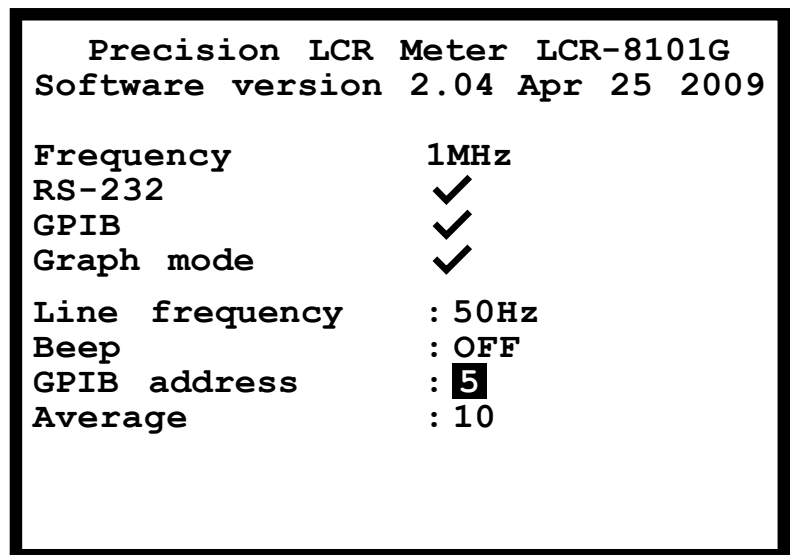
Fail 테스트 결과가 Fail 일 때 버저 울림

측정값 업데이트 평균치 설정

배경지식 측정값을 미리 설정한 개수대로 평균 내어 화면에 업데이트 할 수 있습니다. 평균개수는 1 부터 256 개까지 설정 가능합니다.

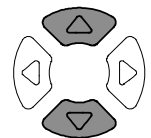
패널조작법

1. Menu 키를 누른 후 F5 (System)키를 눌러 시스템 설정으로 들어갑니다.



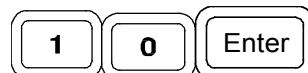
2. 상/하 방향으로 커서를 Average 설정으로 옮깁니다.

Average : 10



3. 숫자키를 사용하여 개수를 입력합니다. 최대 256 개까지 입력이 가능합니다.

Average: 10



다중스텝 모드 진입 (Multi-step)

패널조작법

Menu 키를 누른 후 F3 (Multi Step) 키를 누릅니다. 이전에 마지막으로 사용하던 프로그램이 화면에 나타납니다.

Menu

F 3

MULTI STEP MODE-Set PROGRAM: NONAME				Prog	F 1
Step	01	02	03		
Func	B	Rdc	OFF	Copy	F 2
Freq	1.0000k			Delete	F 3
Volt	10mV	1.00 V		Save	F 4
Bias				File	F 5
Spd	MAX	FAST		RUN	F 6
Hi	1.0000 S	0.0000Ω			
Lo	500.00ms	0.0000Ω			
Dly	9999 ms	0 mS			

프로그램 생성

패널조작법

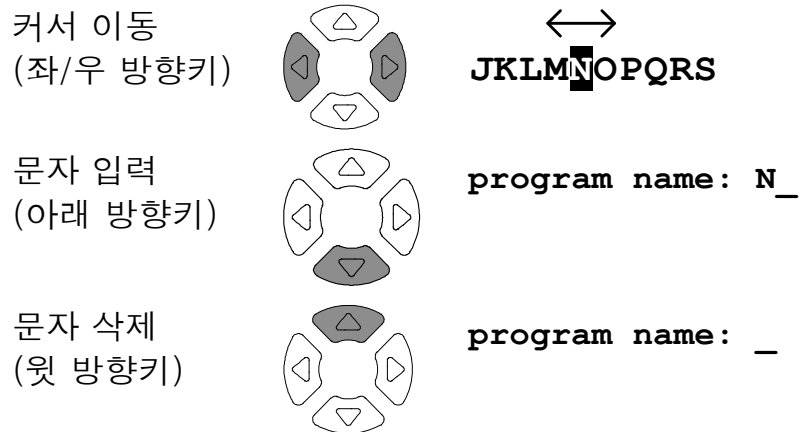
1. 다중 스텝(multi-step) 모드 내에서 F5 (File) 키를 누른 후 F4 (New) 키를 누릅니다. 프로그램명 입력창이 열립니다.

F 5

F 4

MULTI STEP MODE-Set PROGRAM: NONAME				LOAD	F 1
New program name: New_				DELETE	F 2
0123456789-__				Save as	F 3
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ				New	F 4
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz					
Edit by ↑↓↔ key					
Enter- Confirm, Clear- Quit					
Dly	9999 ms	0 ms		QUIT	F 6

2. 방향키를 사용하여 프로그램명을 입력합니다.



3. 입력이 끝나면 Enter 키를 눌러 파일을 저장합니다. 프로그램명 입력을 취소하려면 Clear 키를 누릅니다.



4. 입력된 프로그램명을 갖는 새 프로그램이 열립니다.

MULTI STEP MODE-Set PROGRAM: New				Prog	F 1
Step	01	02	03	Copy	F 2
Func	OFF	OFF	OFF	Delete	F 3
Freq				Save	F 4
Volt				File	F 5
Bias				RUN	F 6
Spd					
Hi					
Lo					
Dly					

5. 커서를 스텝 01 에 위치한 상태로 F1 (Prog)키를 누르면 값이 OFF 에서 Ls 로 변경이 됩니다. 자세한 편집방법은 다음 쪽을 참고하세요.

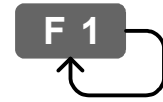


Step	01	→	Step	01
Func	OFF		Func	Ls

프로그램 스텝 편집

파라미터 편집법

- 파라미터 선택은 F1 (Prog) 키를 누르면서 원하는 값을 선택합니다.
- 값을 입력하는 경우는 숫자키와 단위키를 사용합니다.

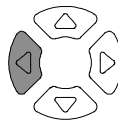


예 :

0.5kHz



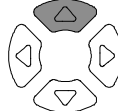
Backspace



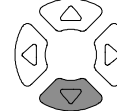
All clear



Increase



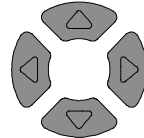
Decrease



커서 이동법

방향키(상/하/좌/우)를 사용하여 편집하려는 칸으로 커서를 이동합니다.

주 : 커서는 비어있는 스텝으로 이동할 수 없습니다.



패널 조작법

1. 스텝 생성

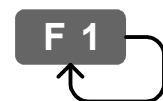
프로그램 내에서 새로운 스텝을 생성하기 위해서는 OFF 상태의 Function 칸으로 커서를 옮긴 후 F1 (Prog)키를 누릅니다. 스텝이 활성화되면서 OFF 값은 Ls 로 변경됩니다. 한 개의 프로그램 내에 최대 30 개의 스텝 활성화가 가능합니다.



Step	01	→	Step	01
Func	OFF		Func	Ls

2. 항목 선택 (function)

커서를 Func 칸으로 옮기고 F1 (Prog)키를 눌러가며 측정 항목을 선택합니다. 측정 항목은 아래 순서대로 변경됩니다.



Ls → Lp → Q → Cs → Cp → D → Z → θ → Rs → Rp
→ X → G → B → Y → Rdc → Ls

측정 주파수 설정

커서를 Freq 칸으로 옮기고
숫자키와 단위키를 사용하여 측정
주파수를 입력합니다.

Func	Ls
Freq	500.00
Volt	2.00 V

주파수영역 20Hz ~ 1MHz/5MHz/10MHz
5 디지털 분해능 (resolution)

예 :

0.5kHz (500Hz) [.] [5] [k] [Enter]

측정 전압 설정

커서를 Volt 칸으로 옮기고 숫자키와
단위키를 사용하여 측정전압을
입력합니다.

Freq	500.00
Volt	2.00 V
Bias	

전압영역 10mV ~ 2V (DC 또는 AC≤3 MHz)
(1mV step) 10mV ~ 1V (AC>3 MHz)

예 :

100mV [1] [0] [0] [m] [V/A] [Enter]

측정 속도 설정

커서를 Spd 칸으로 옮기고 F1
(Prog) 키를 눌러가며 원하는 속도를
선택합니다.

Bias	
Spd	MAX
Hi	1.0000H



		AC≤ 100Hz	AC≤ 2kHz	AC> 2kHz	AC≥ 1MHz
Slow	900ms	1.3s	600ms	600ms	620ms
Med	120ms	1.2s	470ms	450ms	470ms
Fast	60ms	650ms	180ms	150ms	150ms
Max	30ms	600ms	120ms	75ms	120ms

Hi 값 설정

커서를 Hi 칸으로 옮기고 숫자키와 단위키를 사용하여 Hi 제한값을 입력합니다.

Spd	MAX
Hi	1.0000H
Lo	0.0000H

영역

각 측정 항목의 스펙 참조

예 : 1.5kH
(Ls 의 경우)



Lo 값 설정

커서를 Lo 칸으로 옮기고 숫자키와 단위키를 사용하여 Lo 제한값을 입력합니다.

Spd	MAX
Hi	1.0000H
Lo	0.0000H

영역

각 측정 항목의 스펙 참조

예 : 1.0kH
(Ls 의 경우)

스텝 간
지연시간
설정

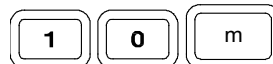
커서를 Dly (Delay) 칸으로 옮기고 숫자키와 단위키를 사용하여 각 스텝간의 지연시간을 입력합니다.

Hi	1.0000H
Lo	0.0000H
Dly	10 ms

영역

0 (지연없음) ~ 1000ms

예 : 10ms



프로그램 스텝 복사

배경지식 현재 커서가 위치한 스텝의 설정을 다음 스텝으로 복사할 수 있습니다.

패널조작법

F2 (Copy) 키를 누르면 커서가 위치한 스텝의 설정이 다음 스텝에 복사가 됩니다.

F 2

복사 전 (스텝 3 공란)

복사 후 (스텝 2의 설정이 스텝 3으로 복사됨)

Step	01	02	03
Func	B	Rdc	OFF
Freq	1.0000k		
Volt	10mV	1.00 V	
Bias			
Spd	MAX	FAST	
Hi	1.0000 S	0.0000Ω	
Lo	500.00mS	0.0000Ω	
Dly	9999 ms	0 mS	

Step	01	02	03
Func	B	Rdc	Rdc
Freq	1.0000k		
Volt	10mV	1.00 V	1.00 V
Bias			
Spd	MAX	FAST	FAST
Hi	1.0000 S	0.0000Ω	0.0000Ω
Lo	500.00mS	0.0000Ω	0.0000Ω
Dly	9999 ms	0 mS	0 mS

프로그램 스텝 삭제

배경지식 프로그램 내의 스텝을 개별적으로 삭제할 수 있습니다.

패널조작법

F3 (Delete) 키를 누르면 커서가 위치한 스텝이 삭제되고 커서 오른쪽의 스텝들이 하나씩 왼쪽으로 당겨집니다.

F 3

삭제 전 (스텝 2)

삭제 후 (이전 스텝 3이 스텝 2가 됨)

Step	01	02	03
Func	B	G	Rdc
Freq	1.0000k		
Volt	10mV	1.20 V	1.00 V
Bias			
Spd	MAX	MED	FAST
Hi	1.0000 S	1.5000kS	0.0000Ω
Lo	500.00mS	0.0000S	0.0000Ω
Dly	9999 ms	10 mS	0 mS

Step	01	02	03
Func	B	Rdc	OFF
Freq	1.0000k		
Volt	10mV	1.00 V	
Bias			
Spd	MAX	FAST	
Hi	1.0000 S	0.0000Ω	
Lo	500.00mS	0.0000Ω	
Dly	9999 ms	0 mS	

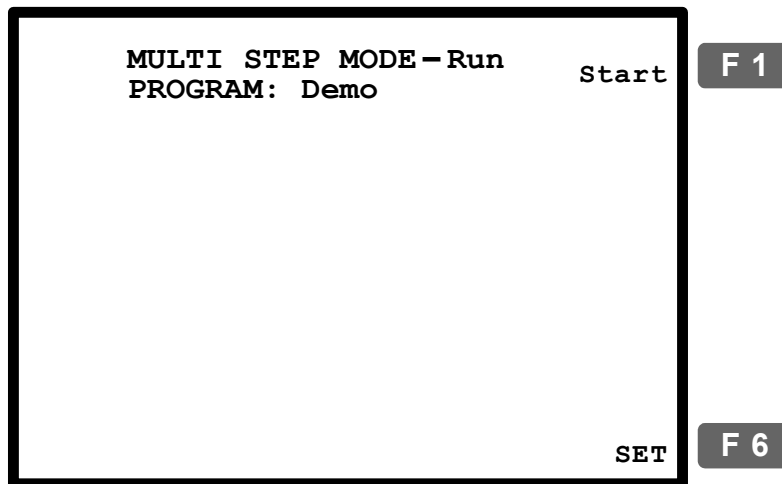
다중스텝 프로그램 실행 (Multi-Step)

프로그램 실행

패널조작법

1. 각 스텝의 편집이 끝나면 F6 (Run) 키를 눌러 프로그램 실행 모드로 들어갑니다.

F 6



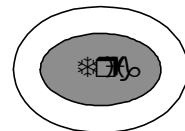
2. Sing/Rep 키를 눌러 단일측정 (수동트리거) 또는 반복측정 (자동트리거)를 선택합니다.

Sing/Rep

수동
트리거

Manual trigger

Trigger 키나 F1 (Start) 키를 누르면 프로그램이 바로 실행됩니다.



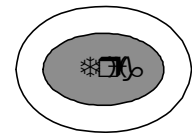
F 1

자동
트리거

Auto trigger

이 모드에서는 LCR-8000G 가 픽스처를 스캔하게 됩니다. DUT 가 검출되면 설정한 프로그램이 실행됩니다. 자동트리거 모드에서는 수동트리거 모드와 같이 Trigger 키나 F1 키로도 프로그램 실행이 가능합니다.

3. 수동트리거 모드에서 F1 (Start) 키나 Trigger 키를 누르면 테스트가 시작됩니다. 테스트가 끝난 후 결과값이 측정항목에 따라 아래와 같이 화면에 표시됩니다.

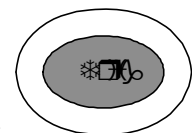


F 1

MULTI STEP MODE-Run						Start
PROGRAM: Demo						
	Freq	Volt		Result		
1	1.2000k	1.00	Ls	9.8936mH	LO	
2	10.000k	1.00	Q	22.708 Q	PASS	
3	100.00k	1.00	Ls	10.852mH	HI	
4	DC	1.00	Rdc	25.555 Ω	PASS	
FAIL						SET

수동트리거 모드 (single)

4. 자동트리거 모드에서는 픽스처를 스캔하며 DUT 의 연결이 확인되면 프로그램이 시작됩니다. 자동모드에서도 F1 (Start) 키나 Trigger 키를 누르면 곧바로 프로그램을 실행할 수 있습니다.



F 1

MULTI STEP MODE-Run						Start
PROGRAM: Demo						
	Freq	Volt		Result		
1	1.2000k	1.00	Ls	9.8936mH	LO	
2	10.000k	1.00	Q	22.708 Q	PASS	
3	100.00k	1.00	Ls	10.852mH	HI	
4	DC	1.00	Rdc	25.555 ?	PASS	
FAIL						Auto scanning...SET

자동트리거 모드 (repetitive)

오른쪽 끝의 값이 각 스텝의 테스트 결과를 나타냅니다.

LO Fail : Lo 제한치 보다 아래

HI Fail : Hi 제한치 보다 위

PASS Pass : 제한 영역 내에 위치

좌측 하단의 값은 전체 프로그램의 결과를 나타냅니다.

PASS 모든 스텝 Pass

FAIL 하나 이상의 스텝 Fail

5. F6 (Set) 키를 누르면 프로그램 설정 화면으로 되돌아갑니다.

F 6

다중스텝 파일 조작법 (Multi-Step)

프로그램 저장

저장
(덮어쓰기)

F4 (Save) 키를 누르면 편집중인 프로그램을 저장합니다. 아래와 같이 화면에 확인 메시지가 나타납니다.

F 4

Program saved

다른이름으로
저장

1. F5 (File) 키를 누른 후 F3 (Save As) 키를 누릅니다. 아래처럼 프로그래밍 입력창이 열립니다.

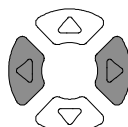
F 5

F 3

MULTI STEP MODE-Set PROGRAM: NONAME				LOAD	F 1
Save program as: New_				DELETE	F 2
0123456789- _				Save as	F 3
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ				New	F 4
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz					
Edit by ↑↓↔ key					
Enter- Confirm, Clear- Quit					
Delay	9999 ms	0 ms		QUIT	F 6

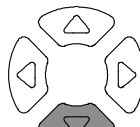
2. 방향키를 사용하여 프로그래밍을 입력합니다.

커서 이동
(좌/우 방향키)



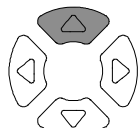
↔
JKLMNOPQRS

문자 입력
(아래 방향키)



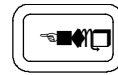
program name: N_

문자 삭제
(위 방향키)



program name: _

3. 입력이 끝나면 Enter 키를 눌러 파일을 저장합니다. Save as 모드를 취소하려면 Clear 키를 누릅니다.



4. 프로그램 저장이 완료되면 프로그램 설정 화면으로 되돌아 갑니다. 프로그램명이 변경된 것을 확인할 수 있습니다.

MULTI STEP MODE-Set PROGRAM: NEW				Prog
Step	01	02	03	Copy
Func	B	Rdc	OFF	Delete
Freq	1.0000k			Save
Volt	10mV	1.00 V		File
Bias				RUN
Spd	MAX	FAST		
Hi	1.0000 S	0.0000Ω		
Lo	500.00mS	0.0000Ω		
Dly	9999 ms	0 mS		

프로그램 불러오기

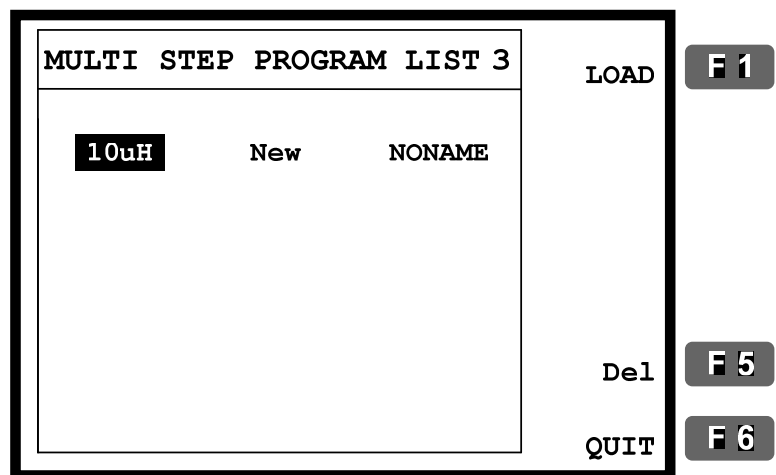
패널 조작법

1. F5 (File) 키를 누르면 파일 메뉴가 나타납니다.

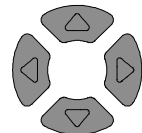
F 5

2. F1 (Load) 키를 누릅니다. 저장되어있는 프로그램들이 알파벳 순서로 정렬되어 나타납니다.

F 1



3. 방향키로 커서를 불러오려는 프로그램으로 옮깁니다.



4. F1 (Load) 키를 눌러 프로그램을 불러옵니다.

F 1

5. 불러오기를 취소하고 이전 메뉴로 되돌아가려면 F6 (Quit) 키를 누릅니다.

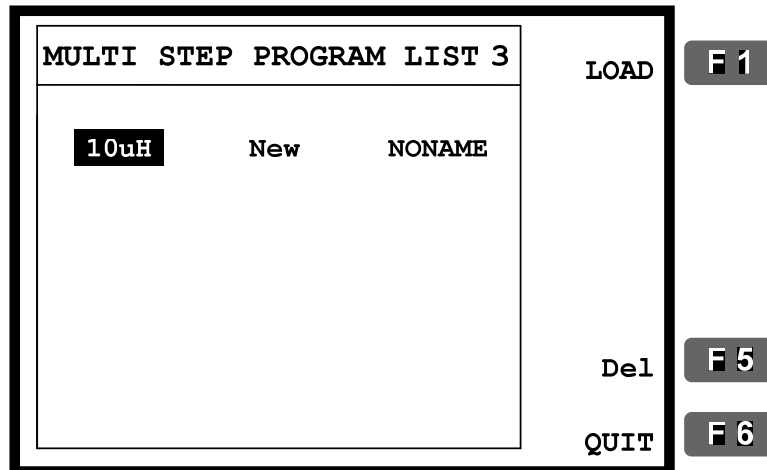
F 6

프로그램 삭제

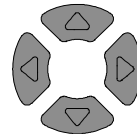
프로그램
불러오기

1. F5 (File) 키를 누른 후 F2 (Delete) 키를 누릅니다. 저장되어있는 프로그램들이 알파벳 순서로 정렬되어 나타납니다.

F 5



2. 방향키로 커서를 삭제하려는 프로그램으로 옮깁니다.

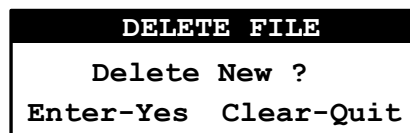


3. F5 (Del) 키를 누릅니다. 버저가 한번 울리고 경고 메시지가 열립니다. Enter (삭제) 키나 Clear(취소) 키로 프로그램 삭제 여부를 선택합니다.

F 5

Enter

Clear



주 : 현재 열려있는 프로그램은 삭제할 수 없습니다.
현재 프로그램을 삭제하려 할 때 아래와 같은 에러 메시지가 열립니다.

program being used!

4. 프로그램 삭제 없이 이전 메뉴로 되돌아가려면 F6 (Quit) 키를 누릅니다.

F 6

그래프 모드

그래프 모드는 시각적인 방법으로 측정시료의 특성을 보여주는 기능입니다. 수평축으로 전압과 주파수를 선택할 수 있습니다. 측정값이 미리 설정한 수직축 범위를 벗어나면 LCR-8000G 는 자동으로 측정값에 맞춰 수직 범위를 조정합니다.

플롯상에서 마커(Marker)를 사용하여 측정 결과를 자세하게 분석할 수 있습니다.

항목 선택	그래프 모드 진입	88
	측정 항목 선택	89
수평축 범위 설정	수평축 설정 (전압 기준).....	90
	수평축 설정 (주파수 기준)	92
수직축 범위 설정	수직축 설정 (수동설정 + Absolute).....	94
	수직축 설정 (수동설정 + Percentage).....	96
	수직축 설정 (자동설정 + Absolute).....	98
	수직축 설정 (자동설정 + Percentage).....	99
속도/스텝 설정	측정속도 설정 (capture timing)	101
	스텝 크기 설정	102
그래프 측정 실행	그래프 측정 실행	103
	수직축 범위 조정	105
	그래프 분석	106

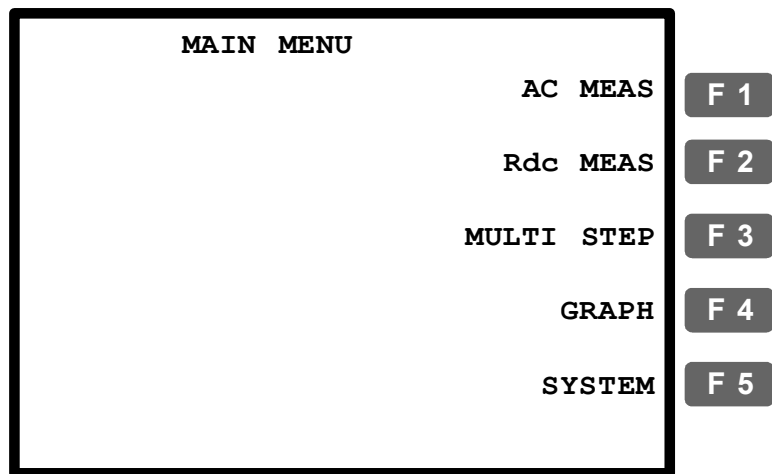
항목 선택

그래프 모드 진입

패널조작법

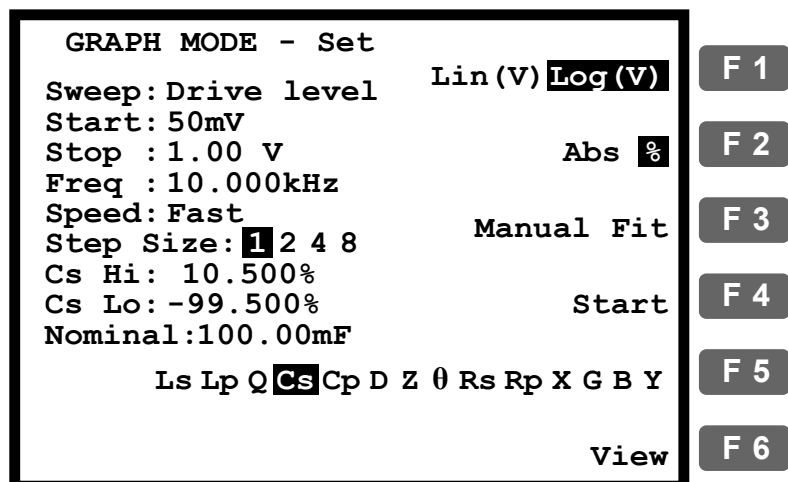
1. Menu 키를 누릅니다.

Menu



2. F4 (Graph) 키를 누릅니다.

F 4



측정 항목 선택

측정 항목	Ls	직렬 인덕턴스	θ	위상각
	Lp	병렬 인덕턴스	Rs	직렬 레지스턴스
	Q	Quality factor	Rp	병렬 레지스턴스
	Cs	직렬 커패시턴스	X	리액턴스
	Cp	병렬 커패시턴스	G	컨덕턴스
	D	Dissipation factor	B	서셉턴스
	Z	임피던스	Y	어드미턴스

각 항목의 자세한 설명은 37 쪽을 참고하세요.

패널 조작법

F5 키를 눌러가며 원하는 측정 항목을 선택합니다.

F 5

Ls Lp Q **Cs Cp D Z θ Rs Rp X G B Y**

수평축 범위 설정

수평축 설정 (전압 기준)

배경지식

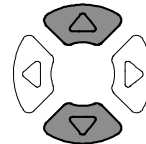
X (수평) 축 기준으로 전압과 주파수를 선택 할 수 있습니다.

- 전압 (Voltage sweep) 선택 : 측정 주파수 고정
- 주파수 (Frequency sweep) 선택 : 측정 전압 고정

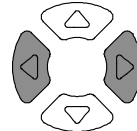
수평축 선택
(전압기준)

1. 상/하 방향키로 커서를 Sweep 설정으로 옮깁니다.

Sweep: Frequency



2. 좌/우 방향키로 Sweep 설정을 Voltage (Drive Level)로 변경합니다.



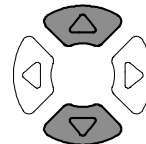
Frequency → Drive Level

시작 전압
설정

3. 상/하 방향키로 커서를 Start 전압 설정으로 옮깁니다.

Start: 50mV

숫자키를 사용하여 Start 전압을 입력합니다.



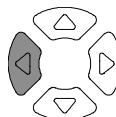
Range 10mV ~ 2V (AC ≤ 3 MHz)

10mV ~ 1V (AC > 3 MHz) *1mV step

100mV [1] [0] [0] [m] [V/A] [Enter]

1V [1] [V/A] [Enter]

Backspace



All clear

[Clear]

단위가 잘못 입력되면 입력값은 취소됩니다.

Unit Mismatched

입력값이 장비가 지원하는 범위를 벗어나면 자동으로 지원범위 내의 가장 가까운 값으로 변경되어 입력됩니다.

Nearest Available

입력된 Start 전압 값이 Stop 전압 값보다 높은 경우 두 값이 자동으로 바뀌게 됩니다.

Hi and Lo Swapped

종료 전압
설정

4. Start 전압 입력과 동일한 방법으로 Stop 전압을 입력합니다.

Stop: 1.00 V

Range 10mV ~ 2V (AC ≤ 3 MHz)

10mV ~ 1V (AC > 3 MHz) *1mV step

(Stop 전압은 반드시 Start 전압보다 커야 합니다.)

측정 주파수
설정

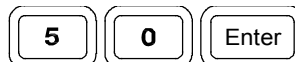
5. 상/하 방향키로 커서를 Frequency 설정 (Freq)으로 옮깁니다.

Freq : 10.000kHz

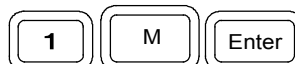
숫자키를 사용하여 측정 주파수를 입력합니다.

Range 20Hz ~ 1MHz/5MHz/10MHz

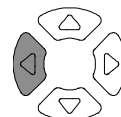
50Hz



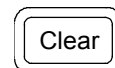
1MHz



Backspace



All clear



Lin/Log
스케일 선택

6. F1 키를 눌러 수평 스케일을 선택합니다. (Linear/Logarithmic)

Lin (V) Log (V)

F 1

수평축 설정 (주파수 기준)

배경지식

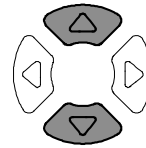
X (수평) 축 기준으로 전압과 주파수를 선택 할 수 있습니다.

- 전압 (Voltage sweep) 선택 : 측정 주파수 고정
- 주파수 (Frequency sweep) 선택 : 측정 전압 고정

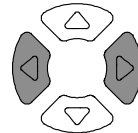
수평축 선택
(주파수 기준)

1. 상/하 방향키로 커서를 Sweep 설정으로 옮깁니다.

Sweep: Drive Level



2. 좌/우 방향키로 Sweep 설정을 Frequency 로 변경합니다.



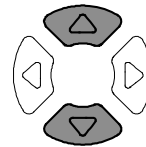
Drive Level → Frequency

시작 주파수
설정

3. 상/하 방향키로 Start 설정으로 옮깁니다.

Start: 20.000Hz

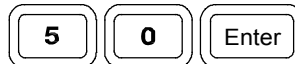
숫자키와 단위키로 시작주파수를 입력합니다.



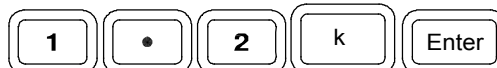
Range 20Hz ~ 1MHz/5MHz/10MHz

(Stop 주파수는 반드시 Start 주파수보다 커야 합니다.)

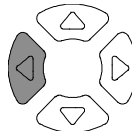
50Hz



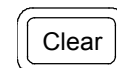
1.2kHz



Backspace



All clear



단위가 잘못 입력되면 입력값은 취소됩니다.

Unit Mismatched

입력값이 장비가 지원하는 범위를 벗어나면 자동으로 지원범위 내의 가장 가까운 값으로 변경되어 입력됩니다.

Nearest Available

입력된 Start 주파수가 Stop 주파수보다 높은 경우 두 값이 자동으로 바뀌게 됩니다.

Hi and Lo Swapped

종료 주파수
설정

4. Start 주파수 입력과 동일한 방법으로 Stop 주파수를 입력합니다.

Stop: 10.000kHz

Range 20Hz ~ 1MHz/5MHz/10MHz

(Stop 주파수는 반드시 Start 주파수보다 커야 합니다.)

측정전압
설정

5. 상/하 방향키로 커서를 Level 설정으로 옮깁니다.

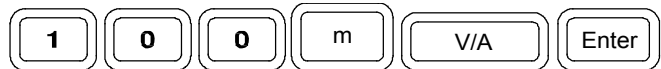
Level: 1.00 V

숫자키와 단위키를 사용하여 측정전압을 입력합니다.

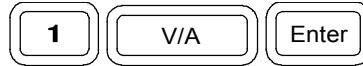
Range 10mV ~ 2V (AC≤3 MHz)

10mV ~ 1V (AC>3 MHz)

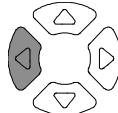
100mV



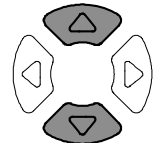
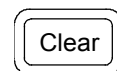
1V



Backspace



All clear



Lin/Log |
스케일 선택

6. F1 키를 눌러 수평 스케일을 선택합니다. (Linear/Logarithmic)

Lin (Hz) Log (Hz)

F 1

수직축 범위 설정

수직축 설정 (수동설정 + Absolute)

배경지식

Y 축 (수직축) 설정을 다음과 같이 할 수 있습니다.

- 수동/자동 범위 조정 : 그래프가 그려진 후 수직축 범위를 수동으로 맞출 것인지 혹은 자동으로 맞출 것인지를 선택합니다.
- Absolute / Percentage : 수직축 범위를 절대치 (최소값부터 최대값까지)로 할 것인지 혹은 기준값 (Norminal)의 Hi/Lo %로 할 것인지를 선택합니다.

패널조작법

1. F2 키를 눌러 Abs 를 선택합니다.

F 2

Abs %

2. F3 키를 눌러 Manual Fit 을 선택합니다.

F 3

Manual Fit

3. 화면에 최대값(Hi)과 최소값(Lo) 레벨 설정 칸들이 생깁니다.

Step Size: 1 2 4 8

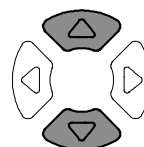
Cs Hi: 5.8240mF

Cs Lo: 3.5626mF

Hi 레벨
설정

4. 상/하 방향키로 커서를 Hi 레벨 설정으로 옮깁니다.

Cs Hi: 5.8240mF



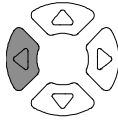
5. 숫자키와 단위키를 사용하여 값을 입력합니다.

영역 각 측정 항목의 스펙을 따릅니다. (37 쪽).

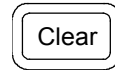
1.2mΩ [1] [.] [2] [m] [Ω] [Enter]

1.5kHz [1] [.] [5] [k] [H] [Enter]

Backspace



All clear



잘못된 단위가 입력되면 입력값은 취소됩니다.

Unit Mismatched

입력값이 장비가 지원하는 범위를 벗어나면 자동으로 지원범위 내의 가장 가까운 값으로 변경되어 입력됩니다.

Nearest Available

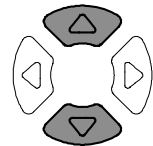
입력된 Lo 값이 Hi 값보다 높은 경우 두 값이 자동으로 바뀝니다.

Hi and Lo Swapped

Lo 레벨
설정

6. 상/하 방향키로 커서를 Lo 레벨로 옮긴 후 위의 과정을 반복합니다.

Cs Lo: **3.5626mF**



수직축 설정 (수동설정 + Percentage)

배경지식

Y 축 (수직축) 설정을 다음과 같이 할 수 있습니다.

- 수동/자동 범위 조정 : 그래프가 그려진 후 수직축 범위를 수동으로 맞추는 것인지 혹은 자동으로 맞추는 것인지를 선택합니다.
- Absolute / Percentage : 수직축 범위를 절대치 (최소값부터 최대값까지)로 할 것인지 혹은 기준값 (Nominal)의 Hi/Lo %로 할 것인지를 선택합니다.

패널조작법

1. F2 키를 눌러 %를 선택합니다.

F 2

Abs %

2. F3 키를 눌러 Manual Fit 을 선택합니다.

F 3

Manual Fit

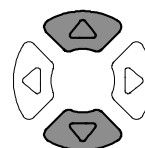
3. 화면에 Hi 퍼센트, Lo 퍼센트, Nominal 값 설정 항목 칸들이 생깁니다.

Step Size: 1 2 4 8
Cs Hi: 10.500%
Cs Lo: -19.500%
Nominal: 100.00mF

Hi 레벨 설정

4. 상/하 방향키로 커서를 Hi 퍼센트 설정으로 옮깁니다.

Cs Hi: 10.500%



5. 숫자키와 단위키로 값을 입력합니다.

영역 -1.0×10^{12} (테라) ~ 1.0×10^{12} (테라) %

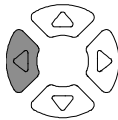
50%

5 **0** **Enter**

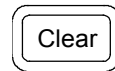
1200%

1 **.** **2** **k** **Enter**

Backspace



All clear



잘못된 단위가 입력되면 입력값은 취소됩니다.

Unit Mismatched

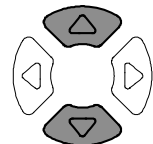
입력된 Lo 값이 Hi 값보다 높은 경우 두 값이 자동으로 바뀝니다.

Hi and Lo Swapped

Lo 레벨
설정

6. 상/하 방향키로 커서를 Lo 퍼센트로 옮긴 후 위의 과정을 반복합니다.

Cs Lo: -19.500%

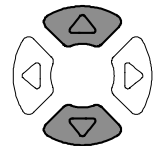


영역 -1.0×10^{12} (테라) ~ 1.0×10^{12} (테라) %

기준값
설정
(Nominal)

7. 상/하 방향키로 커서를 Nominal 값 설정으로 옮깁니다.

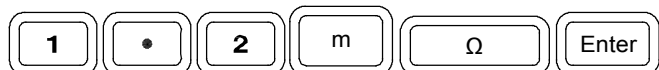
Nominal: 1.0000mF



8. 숫자키와 단위키로 값을 입력합니다.

영역 각 측정 항목의 스펙을 따릅니다. (37 쪽)

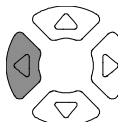
1.2mΩ



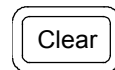
1.5kHz



Backspace



All clear



잘못된 단위가 입력되면 입력값은 취소됩니다.

Unit Mismatched

입력된 Lo 값이 Hi 값보다 높은 경우 두 값이 자동으로 바뀝니다.

Nearest Available

수직축 설정 (자동 설정 + Absolute)

배경지식

Y 축 (수직축) 설정을 다음과 같이 할 수 있습니다.

- 수동/자동 범위 조정 : 그래프가 그려진 후 수직축 범위를 수동으로 맞출 것인지 혹은 자동으로 맞출 것인지를 선택합니다.
- Absolute / Percentage : 수직축 범위를 절대치 (최소값부터 최대값까지)로 할 것인지 혹은 기준값 (Nominal)의 Hi/Lo %로 할 것인지를 선택합니다.

패널조작법

1. F2 키를 눌러 Abs 를 선택합니다.

F 2

Abs %

2. F3 키를 눌러 Auto Fit 을 선택합니다.

F 3

Auto Fit

3. Auto Fit 을 선택하면 아래 그림처럼 Hi/Lo/Nominal 값을 입력을 위한 칸들이 생성되지 않습니다.
LCR-8000G 는 자동으로 측정값에 따라 수직 범위를 조정하게 됩니다.

Step Size: 1 2 4 8

수직축 설정 (자동설정 + Percentage)

배경지식

Y 축 (수직축) 설정을 다음과 같이 할 수 있습니다.

- 수동/자동 범위 조정 : 그래프가 그려진 후 수직축 범위를 수동으로 맞추는 것인지 혹은 자동으로 맞추는 것인지를 선택합니다.
- Absolute / Percentage : 수직축 범위를 절대치 (최소값부터 최대값까지)로 할 것인지 혹은 기준값 (Nominal)의 Hi/Lo %로 할 것인지를 선택합니다.

패널조작법

1. F2 키를 눌러 %를 선택합니다.

Abs %

F 2

2. F3 키를 눌러 Auto Fit 를 선택합니다.

Auto Fit

F 3

3. Nominal 값 설정 항목 칸이 나타납니다.

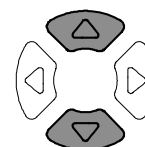
Step Size: 1 2 4 8

Nominal: 1.0000mF

기준값 설정 (Nominal)

4. 상/하 방향키로 커서를 Nominal 설정으로 옮깁니다.

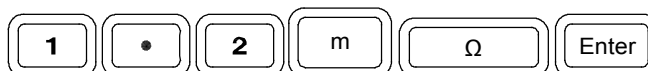
Nominal: 1.0000mF



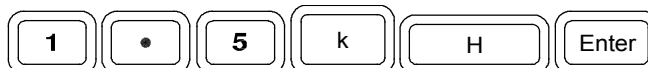
5. 숫자키와 단위키로 값을 입력합니다.

영역 각 측정 항목의 스펙을 따릅니다. (37 쪽).

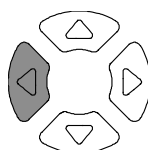
1.2mΩ



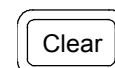
1.5kH



Backspace



All clear



잘못된 단위가 입력되면 입력값은 취소됩니다.

Unit Mismatched

입력값이 장비가 지원하는 범위를 벗어나면 자동으로 지원범위 내의 가장 가까운 값으로 변경되어 입력됩니다.

Nearest Available

6. LCR-8000G 는 자동으로 기준값(Nominal)의 상/하 %로 범위를 결정하여 수직축 범위를 정합니다.

측정속도/스텝 설정

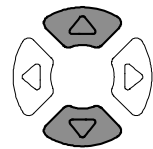
측정속도 선택 (capture timing)

배경지식 측정속도는 기본측정 모드에서와 같은 설정 항목입니다. (56 쪽) 단, 그래프 모드에서는 Max(최대) 속도 설정이 불가능합니다.

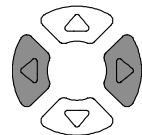
패널 조작법

1. 상/하 방향으로 커서를 Speed 설정으로 옮깁니다.

Speed: Fast



2. 좌/우 방향으로 Slow, Med, Fast 중 한 가지를 선택합니다. (time per capture).



		AC≤ 100Hz	AC≤ 2kHz	AC> 2kHz	AC≥ 1MHz
Slow	900ms	1.3s	600ms	600ms	620ms
Med	120ms	1.2s	470ms	450ms	470ms
Fast	60ms	650ms	180ms	150ms	150ms

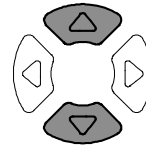
스텝 크기 설정

배경지식	스텝 크기 설정은 측정된 값을 모두 그래프 상에 그릴 것인지 아니면 2 개중에 1 개, 4 개중에 1 개, 8 개중에 1 개만 그릴 것인지를 결정하는 과정입니다. Step size 1: 그래프 정교함, 측정속도 느림 Step size 2, 4, 8: 그래프 상대적 단순함, 측정속도 빠름
------	---

패널조작법

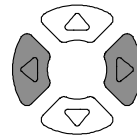
1. 상/하 방향으로 커서를 Step size 설정으로 옮깁니다.

Step Size: 1 2 4 8



2. 좌/우 방향으로 원하는 값을 선택합니다.

영역 1 (측정값 모두표시), 2, 4, 8



그래프 측정 실행

측정 실행

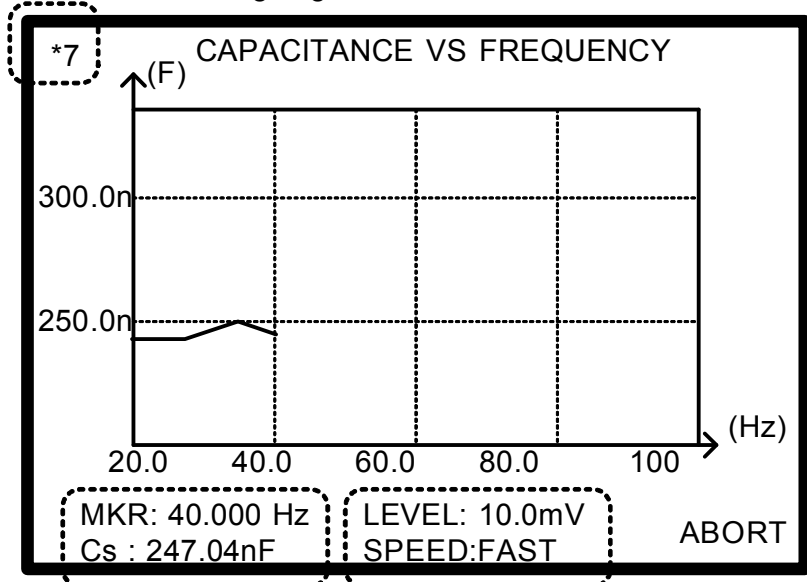
패널조작법

1. 그래프 모드 설정이 완료되면 F4 (Start)키를 눌러 그래프 측정을 시작합니다.

F 4

2. 화면이 아래와 같이 그래프 모드로 바뀌고 측정값이 그래프에 그려지기 시작합니다.

Measurement Ongoing



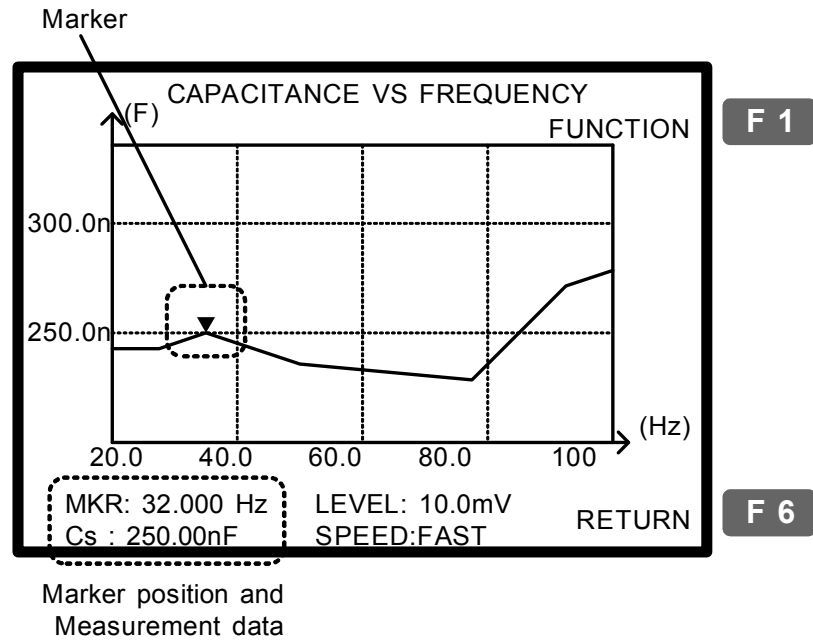
Latest Measurement
Data (Updated)

Drive Level (or Frequency)
and Speed

3. F6 (Abort)키를 누르면 측정이 중단됩니다.

F 6

4. 측정이 완료되면 버저가 한번 울리고 화면에 전체 측정값에 대한 그래프가 표시됩니다.



5. F6 (Return)키를 누르면 설정 화면으로 되돌아갑니다.

F 6

수직축 범위 조정

배경지식

아래그림처럼 그래프 측정 후 플롯의 수직축이 범위를 벗어났을 때 이 기능을 사용하면 LCR-8000G 는 자동으로 측정값이 모두 나올 수 있도록 수직축 범위를 조정해 줍니다.

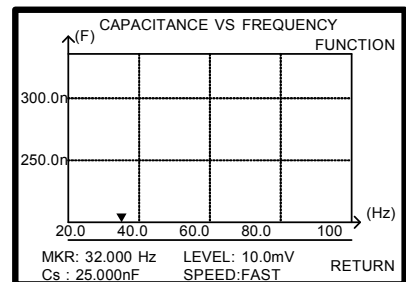
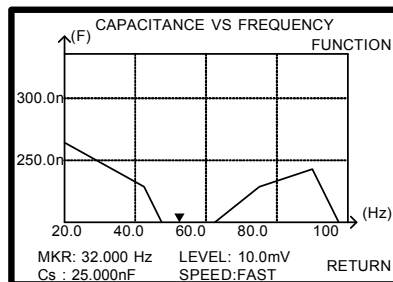
패널조작법

1. 그래프 상의 값의 일부분이 범위를 벗어났을 때 F1 (Function) 키를 누른 후 F2 (Fit) 키를 누릅니다.

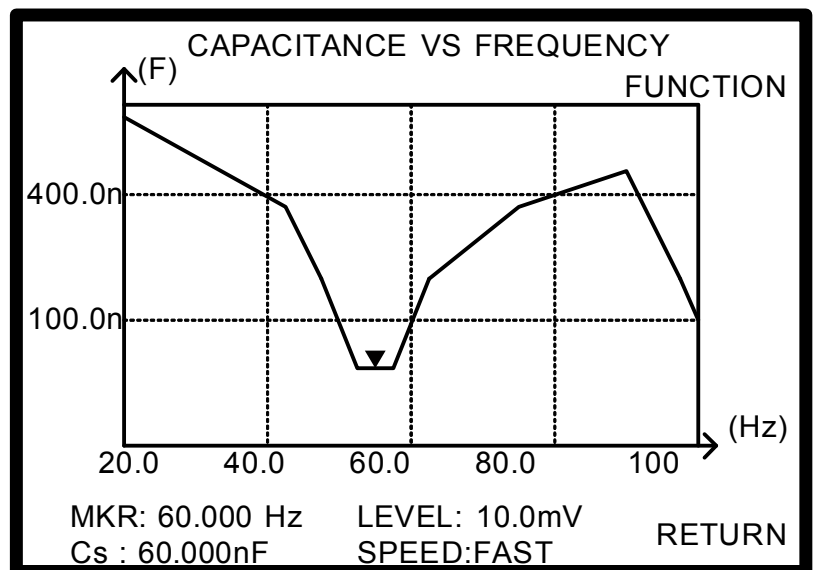
F 1

F 2

(부분적으로 벗어났을 때) (전체가 벗어났을 때)



2. 자동으로 측정값이 그래프 상에 모두 표시될 수 있도록 수직축 범위가 조정됩니다.



그래프 분석

배경지식

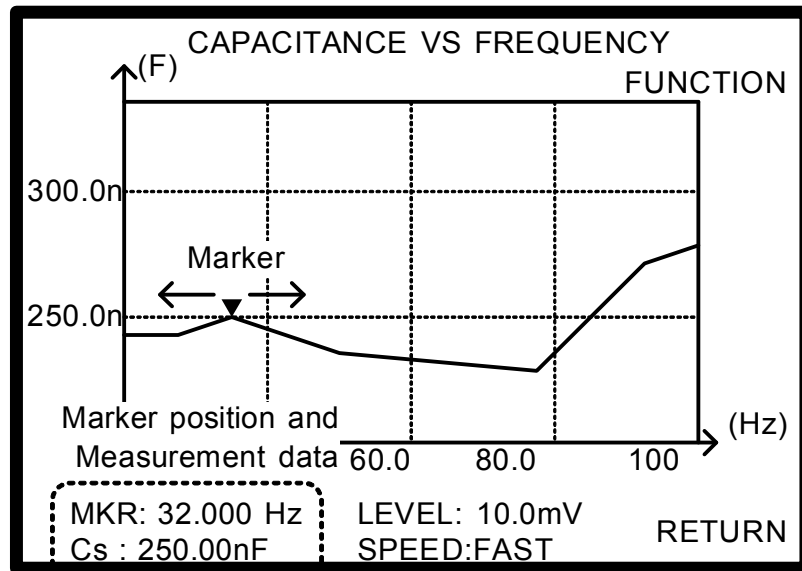
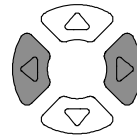
그래프 측정이 완료되고(103 쪽) 수직축 범위가 알맞게 조절이 된 후(105 쪽) 마커를 사용하여 측정값을 자세히 분석할 수 있습니다.

측정 완료된 그래프 값이 있다면 그래프 설정 모드에서 F6 (View)키를 눌러 바로 플롯을 불러와 분석을 할 수 있습니다.

F 6

패널조작법

1. 좌/우 방향키로 마커를 원하는 지점으로 옮깁니다. 마커가 움직이면서 각 지점의 측정값이 화면 좌측하단에 표시됩니다.



마커 이동 (peak)

2. F1 (Function) 키를 누른 후 F3 (Peak) 키를 누르면 마커가 플롯상의 최고점 (Peak) 으로 이동합니다. F1 (View) 키를 누르면 이전 화면으로 되돌아갑니다.

F 1

F 3

마커 이동 (bottom)

3. F1 (Function) 키를 누른 후 F4 (Dip) 키를 누르면 마커가 플롯상의 최저점 (Bottom)으로 이동합니다. F1 (View) 키를 누르면 이전 화면으로 되돌아갑니다.

F 1

F 4

원격 제어

이번 장에서는 IEEE488.2 기반 원격제어의 기본에 대해 설명합니다. LCR-8000G 시리즈는 원격제어를 위해 RS-232C 와 GPIB 인터페이스를 지원합니다.

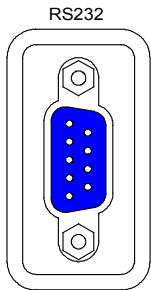
인터페이스 환경설정	RS-232C 인터페이스 설정	108
	GPIB 인터페이스	109
Command 구문	Command Syntax	111
Command 모음	System command	112
	Measurement command.....	113
	Multi-step program command	115
	Calibration command	117
	Graph command	118

인터페이스 환경 설정

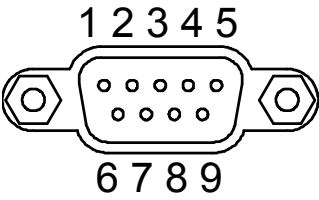
RS-232C 인터페이스 설정

RS-232C 설정	Connector	DB-9 (수)
	Baud rate	9600
	Parity	None
	Data bit	8
	Stop bit	1

RS-232C 케이블을 후면 패널의 DB-9 (수) 커넥터에 연결하세요.



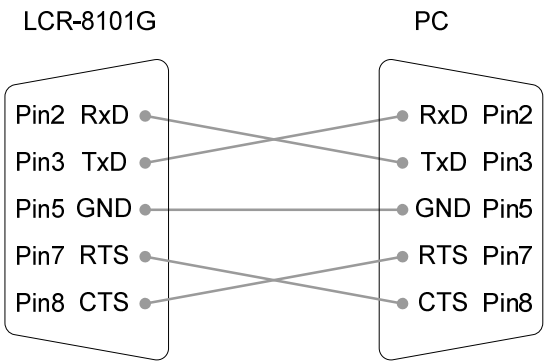
핀 배열



- 2: RxD (Receive data)
- 3: TxD (Transmit data)
- 5: GND
- 7: RTS (Request to send)
- 8: CTS (Clear to send)
- 1, 4, 6, 9: No connection

PC 연결

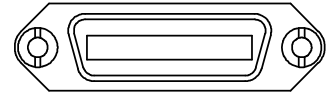
널 모뎀(Null Modem) 연결이 사용됩니다. (아래 그림 참조)



GPIB 인터페이스 설정

연결

GPIB 케이블을 후면 패널의
24 핀(암) 커넥터에 연결하세요.



핀 배열



Pin1	Data line 1	Pin13	Data line 5
Pin2	Data line 2	Pin14	Data line 6
Pin3	Data line 3	Pin15	Data line 7
Pin4	Data line 4	Pin16	Data line 8
Pin5	EOI	Pin17	REN
Pin6	DAV	Pin18	Ground
Pin7	NRFD	Pin19	Ground
Pin8	NDAC	Pin20	Ground
Pin9	IFC	Pin21	Ground
Pin10	SRQ	Pin22	Ground
Pin11	ATN	Pin23	Ground
Pin12	Shield (screen)	Pin24	Signal ground

GPIB constraints

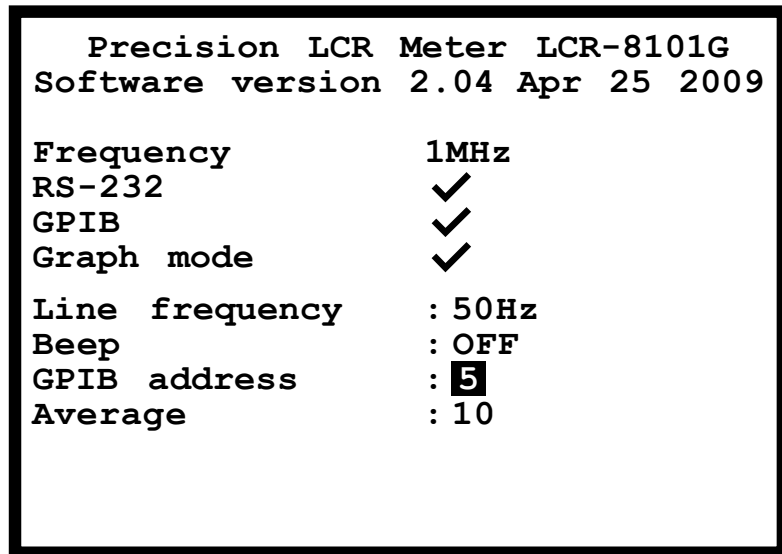
- Maximum 15 devices altogether, 20m cable length, 2m between each device
- Unique address assigned to each device
- At least 2/3 of the devices turned On
- No loop or parallel connection

GPIB
주소 설정

1. Menu 키를 누른 후 F5 (System) 키를 눌러 시스템 설정으로 들어갑니다.

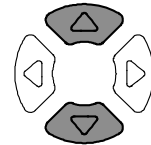
Menu

F 5



2. 상/하 방향키로 커서를 GPIB 주소 설정으로 옮깁니다.

GPIB address : 5



3. 숫자키를 사용하여 원하는 GPIB 주소를 입력합니다. (1 ~ 30 가능)

GPIB address : 30

Address 5

Command 구문

Compatible standard	• IEEE488.2, 1992 (fully compatible)
	• SCPI, 1994 (partially compatible)

Command format	trig:del:mod	<NR1>	LF	1: command header
	1	2	3	2: single space
			4	3: parameter
				4: message terminator

Parameter	Type	Description	Example
	<Boolean>	boolean logic	0, 1
	<NR1>	integers	0, 1, 2, 3
	<NR2>	decimal numbers	0.1, 3.14, 8.5
	<NR3>	floating point	4.5e-1, 8.25e+1
	<disc>	discrete data	on, off, max

Message terminator	Terminates a command line. Note that the LCR-8000G accepts only LF (line feed) as the terminator.		
	LF	line feed code	

Note	• Commands introduced here are described in abbreviated style (same functionality)
	• Commands are non-case sensitive.

Command 모음

System command

*cls	Clears the Event Status Register and associated status data structure.
*ese <NR1> *ese?	Sets or returns the current contents of the Standard Event Status Enable Register as an integer in the range 0 to 255.
*esr?	Returns the current contents of the Standard Event Status Register as an integer in the range 0 to 255. It also clears ESR.
*idn?	Returns the LCR identification: Manufacturer, Model No, Serial No, Firm ware version. Example: GW INSTEK, 8101, 0, 2.04
*loc	Sets the instrument to local state.
*opc	Sets the OPC bit of the ESR register.
*opc?	Always returns 1 as instrument commands are always processed sequentially.
*opt?	Returns the hardware options installed in the instrument. Example: 1MHz, GPIB, RS232, GRAPH MODE
*rst	Resets the LCR-8000G.
*sre <NR1> *sre?	Sets or returns the current contents of the Service Request Enable Register as an integer in the range 0 to 63 and 128 to 255.
:stat:oper:con?	Reads Status Operation Condition register.
:stat:oper:enab <NR1>	Sets Status Operation Enable register.
:stat:oper:even?	Reads Status Operation Event register.

*stb?	Returns the current contents of the Status Byte with the Master Summary bits as an integer in the range 0 to 255. Bit 6 represents Master Summary Status rather than Request Service.
*trg	Triggers a direct measurement, but does not return the results to the controller. This is the same as a GET (Group Execute Trigger) command.
*wai	Command has no effect as commands are processed sequentially.

Measurement command

:dump-bmp	Returns the current display as a windows compatible bitmap.
:beep <disc>	Sets or returns the buzzer condition.
:beep?	Set parameter: off (disabled), pass (beeps when passed), fail (beeps when failed) Return parameter: 0 (off), 1 (pass), 2 (fail)
:loc-trig <NR1>	Turns On/Off local triggering in remote control Parameter: on (local control), off (remote control)
:meas:equ-cct <NR1>	Selects or returns equivalent circuit. Send parameter: ser, par
:meas:equ-cct?	Return parameter: 0 (parallel), 1 (series)
:meas:freq <NR3>	Sets or returns frequency of AC measurement in Hz. Parameter example: (1kHz) 1k, 1000 Hz, 1E3
:meas:freq?	
:meas:func <disc>	Selects first or second AC measurement function. Parameter: c, l, x, b, z, y, q, d, r, g Example: :meas:func:c;d (C+D measurement)
:meas:func:major ?	Returns the first AC function. Parameter: 0 (C), 1 (L), 2 (X), 3 (B), 4 (Z), 5 (Y)

:meas:func:minor ?	Returns the second AC function. Parameter: 0 (Q), 1 (D), 2 (R), 3 (G) If the first function is Z or Y, this command returns the last non-polar setting
:meas:hi-lim <NR2> :meas:hi-lim?	Sets or returns scale high limit as percentage. Example: :meas:hi-lim 5.0 (+5.0%)
:meas:lev <NR2> :meas:lev?	Sets or returns drive level for currently selected test. Parameter example: (200mV) 0.2V, 200m
:meas:limit <disc> :meas:limit?	Sets or returns percentage, absolute or delta scale limits. Send parameter: abs (absolute), perc (percentage), delta (delta) Return parameter: 0 (absolute), 1 (percentage), 2 (delta)
:meas:lo-lim <NR2> :meas:lo-lim?	Sets or returns scale low limit as percentage. Example: :meas:hi-lim -5.0 (-5.0%)
:meas:nom <NR3> :meas:nom?	Sets or returns nominal value for scale. Send parameter: according to the active unit (1e-6f = 1uF) Return parameter example: .10000000e-1 = 10mH
:meas:range <NR1> :meas:range?	Selects or returns auto-ranging or range-hold on range N. Send parameter: auto, hold, 1 ~ 7 Return parameter: 0 (auto), 1 ~ 7
:meas:scale <disc> :meas:scale?	Shows or hides the scale bar or returns the status. Send parameter: on, off Return parameter: 0 (scale hidden), 1 (scale visible)

:meas:speed <disc>	Selects or returns measurement speed. Send parameter: max, fast, med, slow
:meas:speed?	Return parameter: 0 (max), 1 (fast), 2 (med), 3 (slow)
:meas:test:ac	Selects AC measurement.
:meas:test:rdc	Selects Rdc measurement.
:meas:test?	Returns measurement type. Parameter: 0 (AC measurement), 1 (Rdc measurement)
:meas:trig	Triggers an AC or Rdc measurement manually. Returns the 1 st and 2 nd measurement (only the 1 st in Rdc). Example: -396.283E-6, 99.558 (uF/D)
:mode?	Query the currently selected operating mode.
:rep <disc> :rep?	Enables or returns repetitive measurements when unit is returned to local control. Send parameter: on (repetitive), off (single shot) Return parameter: 0 (single shot), 1 (repetitive) Example: :rep on (repetitive mode)
:trig	Triggers a measurement in the current mode.

Multi-step program command

:multi:set	Switches to the multi-step set-up page.
:multi:del	Removes a step in the program. Parameter: 1 ~ 30 Example: :multi:del 2 (deletes step 2)

:multi:delay <NR2>	Sets or returns trigger delay time for currently selected step in millisecond.
:multi:delay?	Parameter: 0ms ~ 1000ms Example: :multi:delay 10m (10ms)
:multi:freq <NR2> :multi:freq?	Sets or returns the frequency for the currently selected step in Hz. Parameter: 20 ~ 1/5/10MHz Example: :multi:freq 1e3 (1kHz)
:multi:func <NR1> :multi:func?	Sets or returns measurement type for the currently selected step. Send parameter: LS, LP, Q, CS, CP, D, Z, PHASE, RS, RP, X, G, B, Y, RDC Return parameter: 1 (Z), 2 (Ls), 3 (Lp), 4 (Cs), 5 (Cp), 7 (Y), 8 (G), 9 (P), 10 (Q), 11 (D), 12 (Rs), 13 (Rp), 14 (B), 15 (X), 16 (Rdc) Example: :multi:func ls (Series inductance)
:multi:hi-lim <NR3> :multi:hi-lim?	Sets or returns the higher test limit of the currently selected step. Example: :multi:hi-lim 10 (limit to 10.0)
:multi:lev <NR3> :multi:lev?	Sets or returns the drive level for the currently selected step in Voltage. Parameter: 10mV ~ 2V (DC/AC≤3 MHz) 10mV ~ 1V (AC>3 MHz) Example: :multi:lev 200m (200mV)
:multi:load <filename>	Loads an existed file to run or edit. Example: :multi:load demo (file name demo)
:multi:lo-lim <NR3> :multi:lo-lim?	Sets or returns the lower test limit of the currently selected step. Example: :multi:lo-lim -5 (limit to -5)
:multi:new <filename>	Create a new multi-step program. Example: :multi:new demo (file name demo)

:multi:res?	Query the results of the test for each step. Parameter: 0 (Pass), 1 (Fail Hi), 2 (Fail Lo) Example: 1, +1.5E-7, 0, -0.2E-4 (step 1 failed on high limit, step 2 passed)
:multi:run	Switches to the multi-step run page.
:multi:save	Save currently edited file.
:multi:speed <disc>	Sets or returns the measurement speed for the currently selected step.
:multi:speed?	Send parameter: Max, Fast, Med, Slow Return parameter: 0(Max), 1(Fast), 2(Med), 3(Slow) Example: :multi:speed max (maximum speed)
:multi:test <NR1>	Selects or returns the step being edited.
:multi:test?	Parameter: 1 ~ 30 Example: :multi:test 1 (step 1 selected)
:multi:trig	Starts running multi-step measurements.

Calibration command

:cal:oc-trim <NR1>	Performs open circuit trimming. Parameter: 1 (Spot trim), 2 (<10kHz), 3 (<100kHz), 4 (All frequency) Example: :cal:oc-trim 4 (calibrate for all frequency)
:cal:sc-trim <NR1>	Performs short circuit trimming. Parameter: 1 (Spot trim), 2 (<10kHz), 3 (<100kHz), 4 (All frequency), 5 (Rdc) Example: :cal:sc-trim 4 (calibrate for all frequency)
:cal:res?	Returns the result of the calibration performed. Parameter: 0 (fail), 1 (pass)

Graph command

:graph	Select graphing mode / path.
: graph:func <disc>	Set the measurement function for the graph mode. Parameter: ls lp q cs cp d z phase rs rp x g b y rdc Example: :graph:func lp
: graph:func?	Returns the current measurement function of the graph mode. Return parameter: 1 (Z), 2 (Ls), 3 (Lp), 4 (Cs), 5 (Cp), 7 (Y), 8 (G), 9 (P), 10 (Q), 11 (D), 12 (Rs), 13 (Rp), 14 (B), 15 (X), 16 (Rdc), 0 (none)
: graph:sweep <disc>	Set the sweep mode for the graph mode. Parameter: freq, lev Example: (drive level) :graph:sweep lev
: graph:sweep?	Returns the current sweep mode of the graph mode. Return Parameter: 0(frequency), 1(drive level)
: graph:st <NR3>	Set the start frequency or level for the sweep. Parameter: (26 Hz) 26, 2.6e1, 2.600000e+01, .026k. Example: :graph:st 2.6e1
:graph:st?	Returns the start frequency or level of the sweep.
:graph:sp <NR3>	Set the stop frequency or level for the sweep. Parameter: (260 Hz) 260, 2.6e2, 2.600000e+02 (.26k) Example: :graph:sp 260
:graph:sp?	Returns the stop frequency or level of the sweep.

	Set the frequency if the sweep mode is drive level.
:graph:freq <NR3>	Parameter: (150 kHz) 150000, 1.5e5, 1.500000e+05 (1.5k) Example: :graph:freq 150k
:graph:freq?	Returns the frequency if the sweep mode is drive level
	Set the drive level if the sweep mode is frequency.
:graph:lev <NR3>	Parameter: (.1 volts) .1v, 100m, 1e-1, 1.000000e-1 Example: :graph:lev 100m NOTE: e1 or e+1 is invalid for the lev command. 2 volts maximum.
:graph:lev?	Returns the drive level if the sweep mode is frequency.
	Set measurement speed for the sweep.
:graph:speed <disc>	Parameter: fast, med, slow Example: :graph:speed med
:graph:speed?	Returns the measurement speed of the sweep. Return Parameter: 1(fast), 2 (med), 3(slow)
	Select the number of pixels between each measured point.
:graph:step <NR1>	Parameter: 1(step size 1),2(step size 2),3(step size 4),4(step size 8) Example: (step size 8) :graph:step 4
:graph:step?	Query the current step size for the plot.

:graph:hi-lim <NR3>	Set the maximum value for Y-axis in the graph mode. Parameter: real number up to 1^{12} (1e+12) Example: graph:hi-lim 8.5e9 Note: Set the low limit before setting the high limit. The graph limits will only work whilst the “autofit” function is set to “off”
:graph:hi-lim?	Returns the maximum value of Y-axis in the graph mode.
:graph:lo-lim <NR3>	Set the minimum value for Y-axis in the graph mode. Parameter: real number up to 1^{12} (1e+12) Example: :graph:lo-lim -8.5e9 Note: The graph limits will only work whilst the “autofit” function is set to “off”
:graph:lo-lim?	Returns minimum value for Y-axis of the graph mode.
:graph:nom <NR3>	Set the nominal value for the graph. Parameter: 3, 1e-1, 100e1 Example: :graph:nom 1e-1 Note: Nominal can only be set if the graph limit is set as a %(percentage)
:graph:nom?	Returns the current graph nominal.
:graph:logf<disc >	Selects the frequency scale type. Parameter: on, off Example: :(on) graph:logf on
:graph:logf?	Returns the current frequency scale type. Returned parameter 1(on), 0(off).

:graph:limit <disc>	Selects absolute or relative plotting. Parameter: perc(% relative), abs(absolute) Example: :graph:limit abs
:graph:limit?	Returns the current graph plotting mode. Returned parameter: 0(abs), 1(percentage)
:graph:mk?	Returns the measurement from the current marker position. Returned parameter: Depending on the measured parameters. Example: (Series inductance) $-3.510606e-03$ (mH) Note: A graph must be plotted first.
:graph:mkf <NR3>	Move the marker to the frequency nearest the supplied value. Parameter: (150 kHz) 150000, 150k, 1.5e5 Note: the marker must be within the limits of the currently drawn graph. The x-axis must be frequency bound.
:graph:mkf?	Returns the current marker frequency.
:graph:set	Go to the graph mode set-up page. Example: :graph:set
:graph:view	Redraw the graph. Example: :graph:view
:graph:autofit <disc>	Set auto-fit condition for the graph mode. Parameter: on, off Example: : graph:autofit on
:graph:autofit?	Query the auto-fit condition. Returned parameter: 0 (off), 1 (on)

	Fit the Y-axis scale to the current measurement data.
:graph:fit	Example: :graph:fit Note: The graph will only scale. It will not plot again.
:graph:trig	Start plotting a graph with the current settings. Example: :graph:trig
:graph:peak	Move the marker to the highest point on the current graph. Example: :graph:peak
:graph:dip	Move the marker to the lowest point on the current graph. Example: :graph:dip
:graph:print	Print the current graph on an Epson compatible printer. Example: :graph:print

캘리브레이션

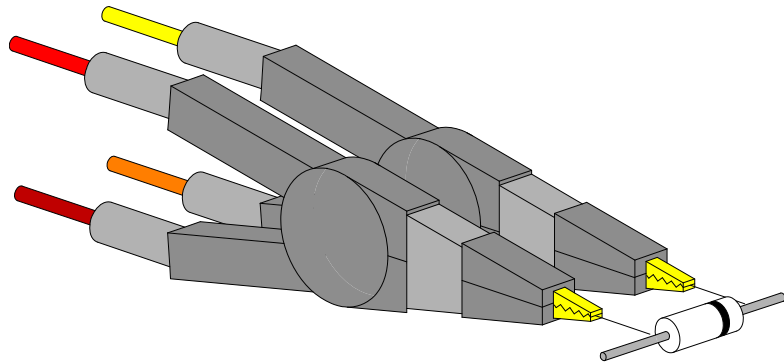
살펴보기

배경지식

캘리브레이션(트리밍)은 테스트 픽스처에서 부유용량(stray capacitance)과 직렬 임피던스의 영향을 제거하는 과정입니다. 새로운 환경에서 장비를 사용하거나 테스트 픽스처를 새롭게 설정할 때 이 과정이 반드시 행해져야 합니다.

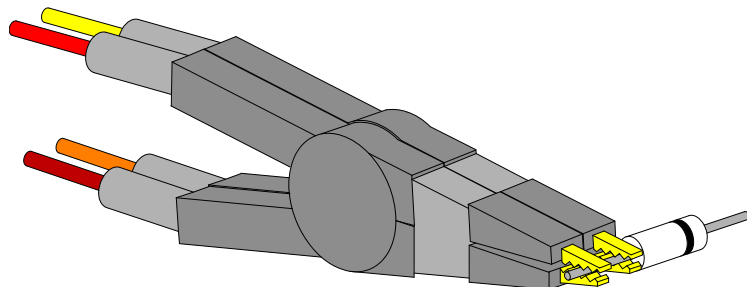
O/C 트리밍

O/C 트리밍을 할 때는 아래 그림과 같이 테스트 픽스처 클립들은 노멀 측정 때와 동일한 거리만큼 서로 떨어져 개방된 상태를 유지해야 합니다.



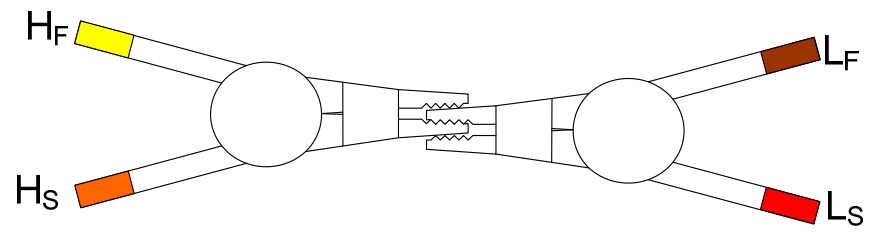
S/C 트리밍

S/C 트리밍을 할 때는 테스트 픽스처 클립들은 와이어의 한 부분에 물리거나 측정시료의 리드에 물려 서로 단락된 상태를 유지해야 합니다. (클립 사이를 직접 연결하는 것이 아님을 주의하세요!)



대체
S/C 트리밍

위의 방법이 여의치 않은 경우 아래와 같이 클립의 위치를 맞춰서 서로 물려 단락 된 상태에서 S/C 트리밍을 진행합니다.

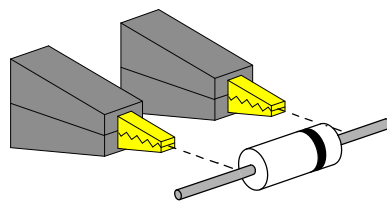


LCR-8000G 트리밍

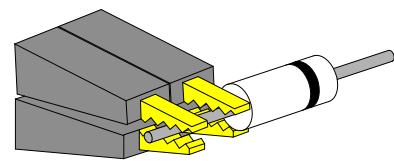
픽스처 설정

O/C 트리밍과 S/C 트리밍에 맞게 픽스처를 준비합니다.
(트리밍을 정확히 완료하기 위해서는 반드시 O/C 와 S/C 트리밍 모두 완료해야 합니다.)

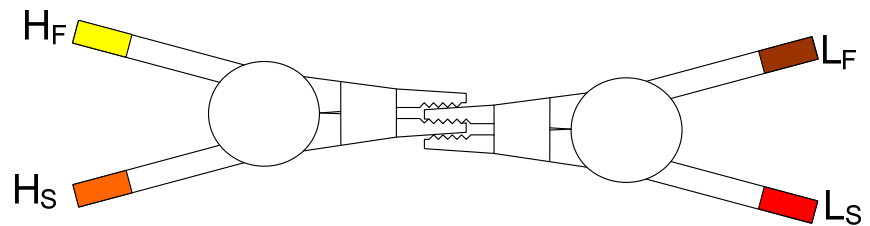
O/C 트리밍



S/C 트리밍

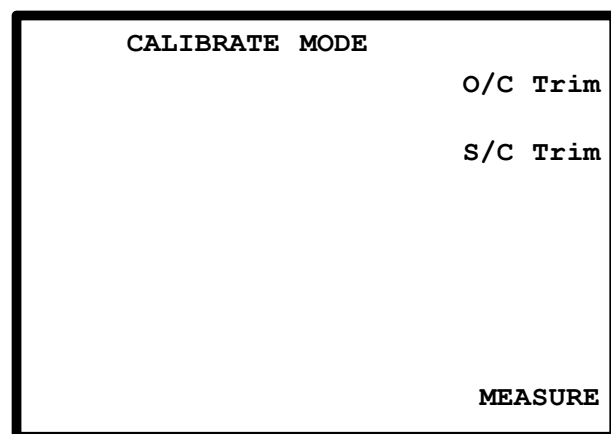


대체 S/C 트리밍



패널 조작법

1. Calibration 키를 눌러 캘리브레이션 모드에 진입합니다.



O/C Trim

F 1

S/C Trim

F 2

MEASURE

F 6

- * F6 (MEASURE) 키를 누르면 측정 모드로 되돌아갑니다.



2. F1 (O/C Trim) 또는 F2 (S/C Trim) 키를 눌러 트리밍 모드를 선택합니다.

F 1

F 2

3. 선택한 트리밍 모드에 진입합니다.

S/C trimming

DC	F 1
SHORT THE TEST LEADS	Spot freq
SELECT A CHOICE	F 2
TO CONTINUE...	<= 10kHz
	F 3
	<= 100kHz
	F 4
	All freq
	F 5
	Abort
	F 6

4. LCR-8000G 패키지에 포함된 스탠다드 픽스처를 사용할 때는 항상 F5 (All freq) 키를 누릅니다.

F 5

DC (S/C 트리밍에만 있음)
0Hz 에서 트리밍.

Spot freq 측정모드에 설정된 주파수에서만
트리밍 (52 쪽).

<= 10kHz 트리밍 주파수 영역 (0Hz ~ 10kHz)

<= 100kHz 트리밍 주파수 영역 (0Hz ~ 100kHz)

All freq 0Hz~<1MHz (LCR-8101G)

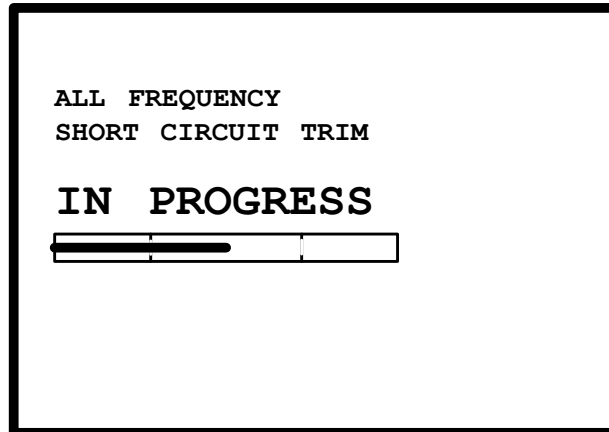
0Hz~<5MHz (LCR-8105G)

0Hz~<10MHz (LCR-8110G)

트리밍 주파수 영역 선택 예 :

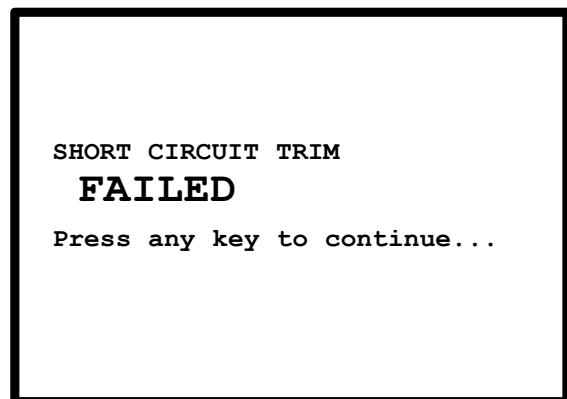
특별한 픽스처를 사용하고 픽스처의 가능한 주파수 범위가 예를들어 최대 5kHz 라면 100kHz 나 All freq. 트리밍에서 Trimming fail 이 될 수 있습니다. 이런 경우에는 F3 (<= 10kHz)을 사용합니다.

5. 주파수 영역 선택 후 트리밍이 자동으로 시작되고 완료됩니다.



Trim pass 트리밍이 성공하면 캘리브레이션 모드 메뉴로 되돌아갑니다.

Trim fail 트리밍이 실패하면 화면에 Fail 메시지가 나타납니다. 이때 아무키나 누르면 원래 메뉴 화면으로 되돌아가게 됩니다.



6. 위의 과정을 아직 진행하지 않은 트리밍(O/C 또는 S/C)에서 반복하여 반드시 S/C 와 O/C 트리밍을 모두 완료합니다.

주

측정 화면에서 “O/S Trim Error!” 메시지가 나왔다면 사용자가 아직 O/S 트리밍을 하지 않았거나 사용중인 주파수에서의 측정값 계산을 위한 캘리브레이션(교정) 계수가 필요하다는 의미입니다. 이런 일이 발생하는 원인은 LCR-8000G 는 모든 주파수의 캘리브레이션 계수를 저장하고 있는 것이 아니고 지원하는 주파수

영역의 몇몇 포인트의 계수만을 사용하기 때문입니다.
다시 설명하면 실제 측정 주파수가 장비에 저장된
캘리브레이션 주파수와 다를 때는 가장 가까운 곳의
주파수의 캘리브레이션 계수를 사용해서 측정값을
계산하기 때문에 이런 에러가 발생할 수 있는 것입니다.
이런 경우 O/S 트리밍을 다시 한번 실행하면 문제를
해결할 수 있습니다. 이 때는 O/S 트리밍 주파수 영역 중
어떤 것을 선택해도 문제가 되지 않습니다. (All-
frequency, $\leq 10\text{kHz}$, $\leq 100\text{kHz}$, Spot frequency)

O/S 트리밍 포인트에 대한 자세한 설명은 131 쪽을
참고하세요.

F AQ

Q1. The beep keeps sounding.

A1. The beep sounds according to the pass/fail test result, which in this case is set to repetitive mode. Do one of the following.

- Set the test mode to Single (manual trigger), so that the beep sounds only when the test is initiated manually. Press the Sing/Rep key to change the setting. For details, see page55.
- Turn Off the beep entirely. Press the Menu key, F5 (System), move the cursor to Beep and select Off using the arrow keys. For details, see page61.

Q2. Panel operation seems disabled.

A2. Panel (local) operation is disabled in the Remote control mode (page107). Press the Local key to bring back the instrument to local operation mode (remote control is cancelled).

Q3. I cannot see the display clearly.

A3. Use the display contrast knob on the rear panel to adjust the brightness.

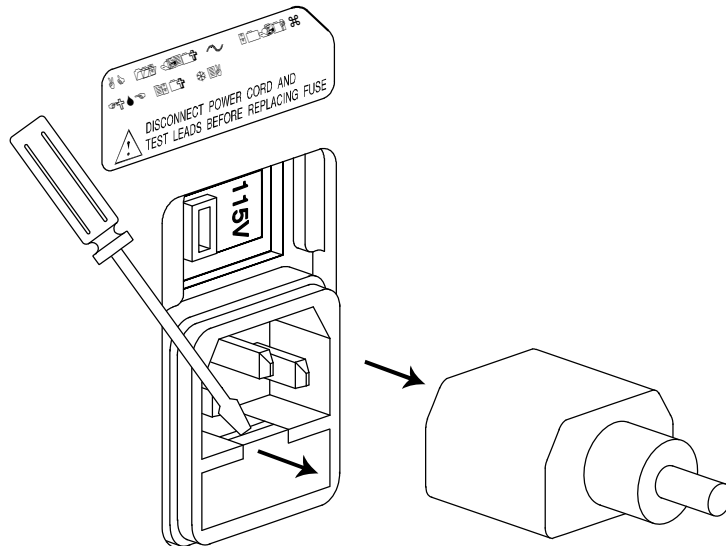
For more information, contact your local dealer or GWInstek at www.gwinstek.com / marketing@goodwill.com.tw.

부록

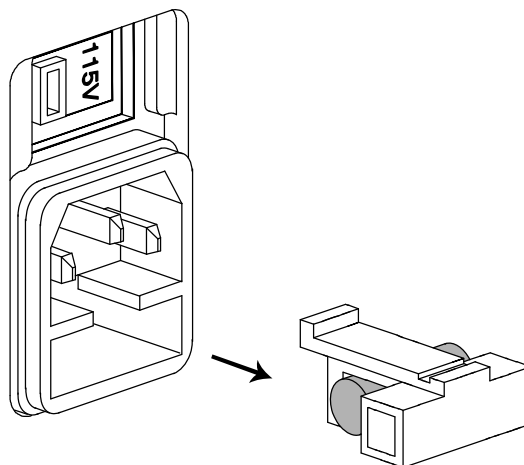
Fuse Replacement (퓨즈 교체)

단계

1. 전원 코드를 빼고 일자(-) 드라이버를 사용해서 퓨즈 소켓을 제거합니다.



2. 홀더 안의 퓨즈를 빼서 교체합니다.



정격

T3A/250V

O/S 트리밍 포인트

All-Frequency O/S 트리밍 포인트

Extra Trimming Point 는 캘리브레이션 모드 진입 전에 측정 모드에서 사용하던 측정 주파수를 의미합니다.

All-Frequency O/S 트리밍 완료 후에는 “O/S Trim Error!” 경고가 나타나지 않아야 합니다.

Model	LCR-8101G	LCR-8105G	LCR-8110G
Trimming Point	13 points	17 points	22 points
1	20 Hz	20 Hz	20 Hz
2	100 Hz	100 Hz	100 Hz
3	300 Hz	300 Hz	300 Hz
4	1 kHz	1 kHz	1 kHz
5	3.3 kHz	3.3 kHz	3.3 kHz
6	10 kHz	10 kHz	10 kHz
7	20 kHz	20 kHz	20 kHz
8	50 kHz	50 kHz	50 kHz
9	100 kHz	100 kHz	100 kHz
10	200 kHz	200 kHz	200 kHz
11	500 kHz	500 kHz	500 kHz
12	1 MHz	1 MHz	1 MHz
13	Extra Trimming Point	2 MHz	2 MHz
14		3 MHz	3 MHz
15		4 MHz	4 MHz
16		5 MHz	5 MHz
17		Extra Trimming Point	6 MHz
18			7 MHz
19			8 MHz
20			9 MHz
21			10 MHz
22			Extra Trimming Point

≤100 kHz O/S 트리밍 지점

Extra Trimming Point 는 캘리브레이션 모드 진입 전에 측정 모드에서 사용하던 측정 주파수를 의미합니다.

≤100 kHz 트리밍 완료 후에 100kHz 이상에서 측정주파수를 설정해서 사용하거나 트리밍 때 사용하던 Extra 트리밍 포인트 외의 주파수를 측정주파수로 사용하면 “O/S Trim Error!” 경고가 여전히 나타납니다.

LCR Models	LCR-8101G	LCR-8105G	LCR-8110G
Trimming Point	10 points	10 points	10 points
1	20 Hz	20 Hz	20 Hz
2	100 Hz	100 Hz	100 Hz
3	300 Hz	300 Hz	300 Hz
4	1 kHz	1 kHz	1 kHz
5	3.3 kHz	3.3 kHz	3.3 kHz
6	10 kHz	10 kHz	10 kHz
7	20 kHz	20 kHz	20 kHz
8	50 kHz	50 kHz	50 kHz
9	100 kHz	100 kHz	100 kHz
10	Extra Trimming Point	Extra Trimming Point	Extra Trimming Point

≤10 kHz O/S 트리밍 지점

Extra Trimming Point 는 캘리브레이션 모드 진입 전에 측정 모드에서 사용하던 측정 주파수를 의미합니다.

≤10 kHz 트리밍 완료 후에 10kHz 이상에서 측정주파수를 설정해서 사용하거나 트리밍 때 사용하던 Extra 트리밍 포인트 외의 주파수를 측정주파수로 사용하면 “O/S Trim Error!” 경고가 여전히 나타납니다.

LCR Models	LCR-8101G	LCR-8105G	LCR-8110G
Trimming Point	7 points	7 points	7 points
1	20 Hz	20 Hz	20 Hz
2	100 Hz	100 Hz	100 Hz
3	300 Hz	300 Hz	300 Hz
4	1 kHz	1 kHz	1 kHz
5	3.3 kHz	3.3 kHz	3.3 kHz
6	10 kHz	10 kHz	10 kHz
7	Extra Trimming Point	Extra Trimming Point	Extra Trimming Point

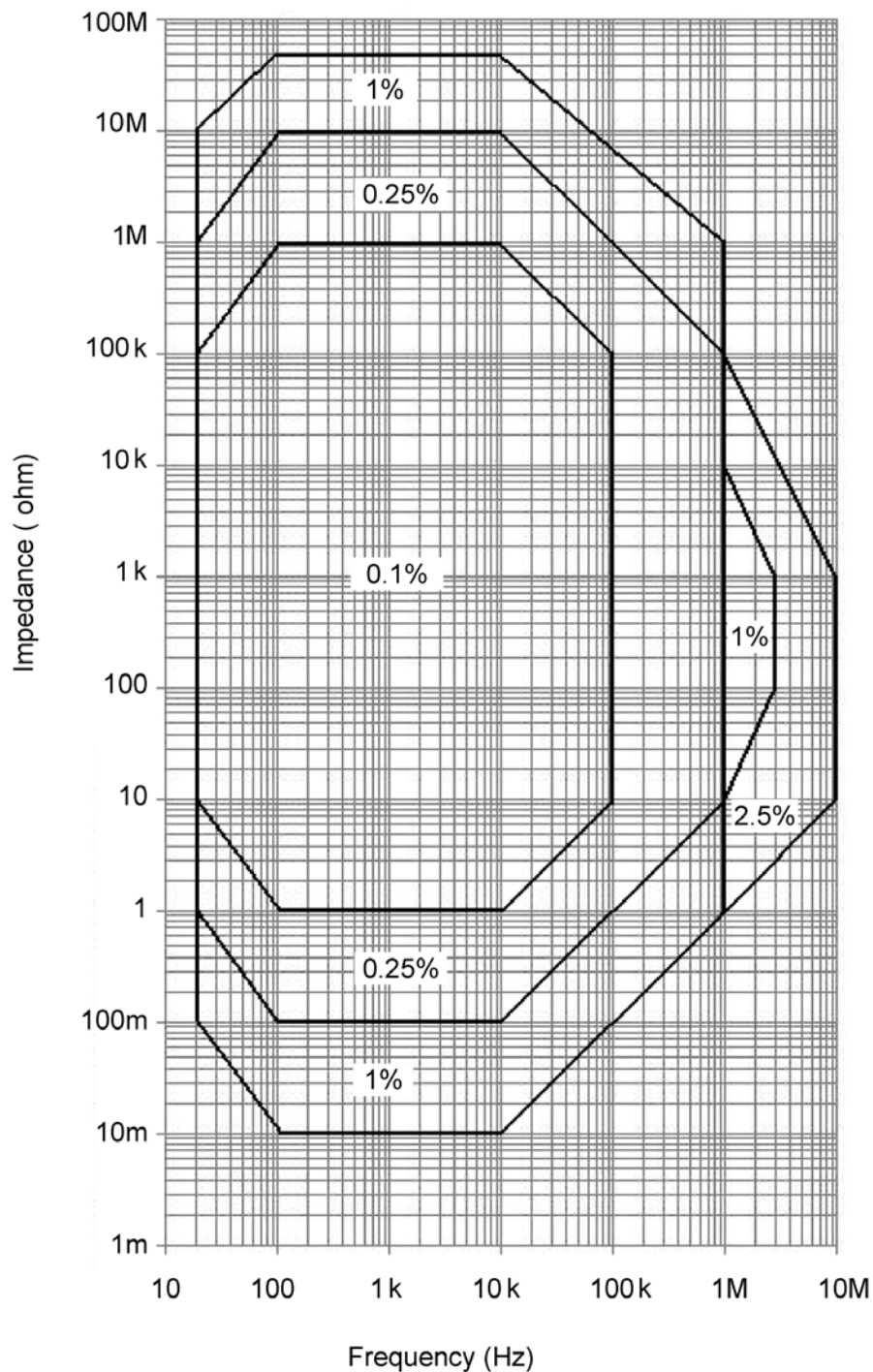
Spot Frequency O/S 트리밍 지점

Spot Freq. O/S 트리밍을 사용하면 Extra trimming point 는 없습니다.
Spot Freq. O/S 트리밍 완료 후에 트리밍 때 사용하던 주파수 외에 다른 주파수를 측정주파수로 사용하면 “O/S Trim Error!” 경고가 여전히 나타납니다.

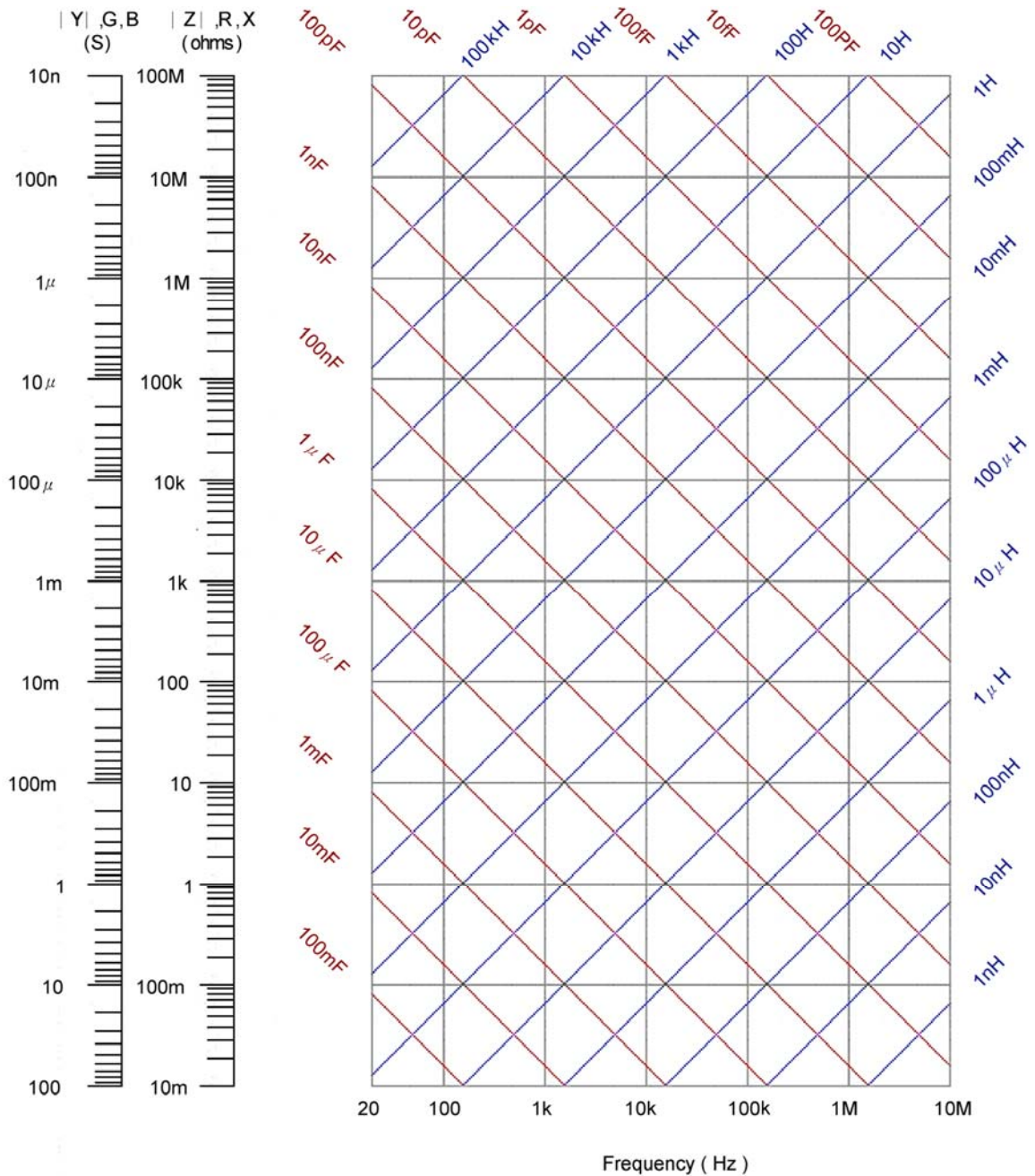
LCR Models	LCR-8101G	LCR-8105G	LCR-8110G
Trimming Point	1 point	1 point	1 point
1	트리밍 포인트의 주파수는 캘리브레이션 모드에 들어가기 전에 측정 모드에 설정되어 있는 주파수를 의미합니다.		

|Z| 정확도 차트

Over the available frequency bands, the |Z| Accuracy Chart defines the measurement ranges available at specified accuracies. All curves assume that Slow measurement speed is used, that the analyzer has been trimmed at the frequency and level used for measurements, the factory calibration is valid and that the component under test is pure.

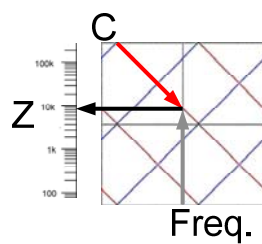


|Z| vs L, C 차트

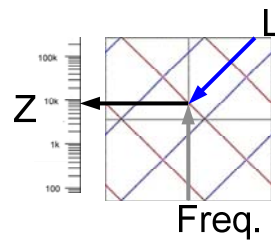


Conversion method:

CF $\rightarrow$ $|Z|$



LF $\rightarrow$ $|Z|$



정확도 정의

Z , Y	High Impedance	Ae[%]=±((A+0.0000001*Zx)*Kv*Kt)			
	Low Impedance	Ae[%]=±((A+0.1/Zx)*Kv*Kt)			
L, C, X, B	High Impedance when D < 0.1				
	Ae[%] = ± ((A + 0.0000001*Zx) * Kv * Kt)				
	High Impedance when D ≥ 0.1				
	Ae[%] = ± (((A + 0.0000001*Zx) * Kv*Kt)*√(1+D²))				
	Low Impedance when D < 0.1				
	Ae[%] = ± ((A + 0.1/Zx) * Kv * Kt)				
	Low Impedance when D ≥ 0.1				
	Ae[%] = ± (((A + 0.1/Zx) * Kv * Kt) *√(1+D²))				
R, G	High Impedance when Qx < 0.1				
	Ae[%] = ± ((A + 0.0000001*Zx) * Kv * Kt)				
	High Impedance when Qx ≥ 0.1				
	Ae[%] = ± (((A + 0.0000001*Zx) * Kv*Kt)*√(1+Q²))				
	Low Impedance when Qx < 0.1				
	Ae[%] = ± ((A + 0.1/Zx) * Kv * Kt)				
	Low Impedance when Qx ≥ 0.1				
	Ae[%] = ± (((A + 0.1/Zx) * Kv * Kt) *√(1+Q²))				
D	± (Ae/100) when D ≤ 0.1				
	± ((Ae/100) * (1+D²)) when D > 0.1				
Q	± (((Qx²*De) / (1±Qx*De)) when (Qx*De)< 1				
θ	± ((180* Z Ae[%]) / (π/100))				
Convention	A	Accuracy taken from the Accuracy chart			
	Zx	Measured value of unknown component			
	Kv	Test Voltage factor			
		Level	Kv	Level	Kv
		≥ 1.250	1.2	≥ 0.078	2
		≥ 0.625	1	≥ 0.039	2.5
		≥ 0.313	1.2	≥ 0.02	5
		≥ 0.156	1.5	≥ 0.010	10
	Kt	Temperature factor			
		Temperature	Kt	Temperature	Kt
		8–18°C	2	28–35°C	2
		18–28°C	1		
	Qx	Measured Q value			
	De	Relative D accuracy			

스펙 (Specification)

Test Frequency	LCR-8101G	DC, AC:20Hz~1MHz
	LCR-8105G	DC, AC:20Hz~5MHz
	LCR-8110G	DC, AC:20Hz~10MHz
Basic Accuracy	R,Z,X,G,Y,B,L, C	$\pm 0.1\%$ @1kHz
R&G Accuracy	When $Q_x \geq 0.1$, multiply Ae by $\sqrt{(1+Q^2)}$ for R, G accuracies.	
Measurable Parameters	Rac, Rdc, Rs, Rp, Z, Ls, Lp, D, G, B, θ , Cp, Cs, Q, Y, X	
Measurement Range	R,Z,X	0.1m Ω ~100M Ω
	G, Y, B	10ns~1ks
	L	0.1nH~100kH
	C	0.01pF~1F
	D	0.00001~1000
	Q	0.01~9999.9
	Rdc	0.01m Ω ~100M Ω
	θ	-180°~+180°
Equivalent Circuit	Parallel	C+G, L+G, B+G, B+Q, B+D, B+R
	Series	X+R, X+D, X+Q
	Series & Parallel	C+R, C+D, C+Q, L+R, L+D, L+Q
Polar Form	Z + Phase Angle, Y + Phase Angle	
Input Impedance	100 Ω	
Measurement Speed	DC	Max:30ms; Fast:60ms; Medium:120ms; Slow:900ms
	AC $\leq$ 100Hz	Max:600ms; Fast:650ms; Medium:1.2s; Slow:1.3s
	AC $\leq$ 2kHz	Max:120ms; Fast:180ms; Medium:470ms; Slow:600ms
	AC>2kHz	Max:75ms; Fast:150ms; Medium:450ms; Slow:600ms
	AC=1MHz (LCR-8101G)	Max:120ms; Fast:150ms; Medium:470ms; Slow:620ms
	AC $\geq$ 1~5MHz (LCR-8105G)	Max:120ms; Fast:150ms; Medium:470ms; Slow:620ms

	AC $\geq$ 1~10MHz (LCR-8110G)	Max:120ms; Fast:150ms; Medium:470ms; Slow:620ms
Drive Signal Level	LCR-8101G	DC:0.01V~2V AC: 20Hz~1MHz: 0.01V~2Vrms
	LCR-8105G	DC:0.01V~2V AC 20Hz~ $\leq$ 3MHz:0.01V~2Vrms AC >3MHz~5MHz:0.01V~1Vrms
	LCR-8110G	DC:0.01V~2V AC 20Hz~ $\leq$ 3MHz:0.01V~2Vrms AC >3MHz~10MHz:0.01V~1Vrms
Drive Signal Short Circuit Current	LCR-8101G	DC:100uA~20mA AC 20Hz~1MHz:100uA~20mA rms
	LCR-8105G	DC:100uA~20mA AC:20Hz~ $\leq$ 3MHz:100uA~20mA rms AC>3MHz~5MHz:100uA~10mA rms
	LCR-8110G	DC:100uA~20mA AC:20Hz~ $\leq$ 3MHz:100uA~20mA rms AC>3MHz~10MHz:100uA~10mA rms
Drive Signal Resolution	When the drive signal level is <1V: 1mV When the drive signal level is $\geq$ 1V: 10mV	
Drive Signal Open Circuit Accuracy	LCR-8101G	DC: $\pm 2\% \pm 5\text{mV}$ AC20Hz~1MHz: $\pm 2\% \pm 5\text{mV}$
	LCR-8105G	DC: $\pm 2\% \pm 5\text{mV}$ AC:20Hz~ $\leq$ 1MHz: $\pm 2\% \pm 5\text{mV}$ AC:>1MHz~5MHz: $\pm 5\% \pm 10\text{mV}$
	LCR-8110G	DC: $\pm 2\% \pm 5\text{mV}$ AC:20Hz~ $\leq$ 1MHz: $\pm 2\% \pm 5\text{mV}$ AC:>1MHz~10MHz: $\pm 5\% \pm 10\text{mV}$
AC Drive Signal Frequency Accuracy	5 Digits, $\pm 0.005\%$	
LCD Display	320×240 Dot Matrix	

Interface	RS-232, GPIB		
GPIB Address	0~30 inclusive		
Dimensions	330 (W) × 170 (H) × 340 (D), Unit: mm		
Weight	Approx. 5kg		
Power Source	AC 115V (+10% / -25%), AC 230V (+15% / -14%) (Selectable), 50/60Hz.		
Multi Step	30 Steps		
Operating Environment	Relative humidity	<80%	
	Altitude	<2000 meters	
	Temperature	0°C~40°C	
	Pollution Degree	2	
Storage Environment	Location	Indoor	
	Relative humidity	<80%	
	Temperature	-40°C~70°C	

Fixture Specifications

	LCR-09	LCR-12	LCR-13
Type	SMD/chip test fixture	Kelvin clip test leads (4 Wire)+ ground clip	SMD/chip test fixture
Frequency	DC~10MHz		
Max voltage	+/- 35 V		
Size range (SMD/chip)	0603~1812	N/A	0201~0805

	LCR-06A	LCR-05	LCR-07	LCR-08
Type	Kelvin clip test leads (4 Wire)	Test fixture for axial and vertical lead components	2 wire test leads + ground	SMD/clip tweezers
Frequency	DC~1MHz			
Max voltage	+/- 35 V			

Declaration of Conformity

We

GOOD WILL INSTRUMENT CO., LTD.

(1) No. 7-1, Jhongsing Rd., Tucheng City, Taipei County, Taiwan

(2) No. 69, Lu San Road, Suzhou City (Xin Qu), Jiangsu Sheng, China

declare, that the below mentioned product

Type of Product: **High Precision LCR Meter**

Model Number: **LCR-8101G; LCR-8105G; LCR-8110G**

are herewith confirmed to comply with the requirements set out in the Council Directive on the Approximation of the Law of Member States relating to Electromagnetic Compatibility (2004/108/EC) and Low Voltage Directive (2006/95/EC).

For the evaluation regarding the Electromagnetic Compatibility and Low Voltage Directive, the following standards were applied:

◎ EMC

Electrical equipment for measurement, control and laboratory use— EMC requirements (2004/108/EC)	
Harmonized Standard	EN 55024:1998+A1:2001+A2:2003
Conducted & Radiated Emission EN 55022 : 2006 Class B	Electrostatic Discharge IEC 61000-4-2: 2001
Current Harmonics EN 61000-3-2: 2006	Radiated Immunity IEC 61000-4-3: 2006
Voltage Fluctuations EN 61000-3-3: 1995+A1: 2001 +A2: 2005	Electrical Fast Transients IEC 61000-4-4: 2004
-----	Surge Immunity IEC 61000-4-5: 2005
-----	Conducted Susceptibility IEC 61000-4-6: 2006
-----	Power Frequency Magnetic Field IEC 61000-4-8: 2001
-----	Voltage Dip/ Interruption IEC 61000-4-11: 2004

◎ Safety

Low Voltage Equipment Directive 2006/95/EC	
Safety Requirements	IEC/EN 61010-1: 2001

색인 (INDEX)

absolute mode.....	66	delta mode	68
accessories	13	display	
accuracy		faq.....	129
specification	137	overview	48
admittance		dissipation factor	
accuracy definition.....	136	accuracy definition	136
overview.....	44	overview	45
angle overview	46	drive signal	
auto measurement range	51	specification	138
average setting	62, 73	drive voltage/current, hide ...	57
basic measurement.....	36	EN61010	
configuration	50	declaration of conformity	140
run	55	measurement category	6
show/hide circuit model ..	49	pollution degree.....	8
show/hide scale	49	environment	
tutorial.....	26	operation	7
beep setting.....	61	storage	8
faq	129	equivalent circuit	
in repetitive mode	57	specification	137
calibration	123	equivalent circuits	14
command set.....	117	fixture	
capacitance		calibration.....	125
accuracy definition.....	136	how to connect	25
measurement tip	34	overview	24
overview.....	41	specification	139
series/parallel model	38	fixure specification	139
caution symbol	5	frequency setting	
circuit model overview.....	38	basic measurement	52
cleaning the instrument	7	graph mode.....	91
command set, list.....	112	pass/fail mult mode.....	77
command syntax.....	111	pass/fail single mode.....	65
conductance		front panel overview.....	16
accuracy definition.....	136	fuse	
overview.....	40	replacing	130

safety instruction	7	multi-step command set	115
GPIO configuration	109	single step mode	60
graph mode	87	single step tutorial	28
configuration	88	percentage mode	67
run	103	power supply	
tutorial	32	frequency selection	23
ground symbol	5	socket overview	20
hide drive voltage/current	57	power up sequence	22
horizontal scale setting	90	program, multi step	
impedance		copy step	79
accuracy chart	134	create new	74
accuracy definition	136	delete program	86
measurement tip	34	delete step	79
overview	44	edit	76
inductance		load	85
accuracy definition	136	run	80
measurement tip	34	save	83
overview	42	quality factor	
series/parallel model	38	accuracy definition	136
linear/logarithmic scale	91	overview	45
list of features	12	reactance	
main menu overview	47	accuracy definition	136
marker operation, graph	106	overview	43
measurement		remote control	107
basic measurement	36	calibration command	117
command set	113	command set	112
graph mode	87	command syntax	111
item and combination	13	faq	129
theory of each item	38	graph command	118
measurement range		interface configuration ...	108
specification	137	measurement command	113
measurement speed		multi-step command	115
specification	137	system command	112
measurement tips	34	repetitive mode	
model comparison	15	basic measurement	56
nominal value setting	69	pass/fail single mode	64
O/C trimming	123	resistance	
package contents	13	accuracy definition	136
pass/fail test	58	overview	40
multi step mode	70	series/parallel model	39
multiple step tutorial	30	RS-232C configuration	108

S/C trimming.....	123	specification	137
service contact point	129	tilt stand.....	21
single mode		trigger delay setting	78
basic measurement.....	55	trimming.....	125
pass/fail single mode	64	UK power cord	9
specification	137	unit keys overview	17
speed setting		vertical scale setting	94
graph mode	101	graph mode.....	105
step size setting, graph mode		voltage setting	
.....	102	basic measurement	54
susceptance		graph mode.....	90
accuracy definition.....	136	pass/fail multi mode	77
overview.....	43	pass/fail single mode.....	65
system command.....	112	warning symbol	5
test frequency			