

신재생에너지 설비심사세부기준

NR

PV 501 : 2011

계통연계형 독립형

제정 '03.11.21

개정 '06.06.07

개정 '07.07.09

개정 '08.02.11

개정 '09.12.31

개정 '11.04.12

제정 '06.06.07

개정 '07.07.09

개정 '08.02.11

개정 '09.12.31

개정 '11.04.12

소형 태양광발전용 인버터 (계통연계형, 독립형)

서 문 이 기준은 신에너지및재생에너지개발·이용·보급촉진법 시행규칙 제7조1항[별표2]의 설비인증심사기준 제2항의 설비심사기준으로 KS C 8540 "소출력 태양광 발전용 파워조절기의 시험방법" 등을 기반으로 작성한 것이다.

1. 적용 범위 이 규격은 정격출력 10kW(직류입력전압 1,000V 이하, 교류출력전압 380V 이하) 이하인 태양광발전용 인버터(계통연계형, 독립형)의 시험 방법 및 평가기준에 대해 규정한다.

2. 인증기준 및 종류

2.1 인증기준 다음에 나타내는 기준은 이 기준에 인용됨으로써 이 기준의 일부를 구성한다. 이러한 인용 기준은 그 최신판을 적용한다.

KS C 0210:1998 환경시험 방법(전기·전자) 통칙

KS C 0228:2001 환경시험 방법(전기·전자) 온습도 조합(사이클) 시험 방법

KS C 1302:1985 절연 저항계(전자식)

KS C 8533:2002 태양광 발전용 파워 컨디셔너의 효율 측정 방법

KS C 8536:2005 독립형 태양광 발전 시스템 통칙

KS C 8540:8540 소출력 태양광 발전용 파워 조절기의 시험방법

KS C IEC 61836:2005 태양광 발전 에너지 시스템-용어 및 기호

KS C IEC 61194:2002 독립형 태양광 발전 시스템의 특성 변수

KS C IEC 61683:2005 태양광발전 시스템-파워조절기-효율측정절차

KS C IEC 60529:2002 외곽의 밀폐 보호등급 구분(IP코드)

KS C IEC 60664-1:2002 저압기기의 절연협조 - 제1부 원칙, 요구사항, 시험

KS C IEC 61000-4-5:2003 전기자기적합성(EMC) - 제4부:시험 및 측정기술 - 제5절: 서지 내성시험

KS C IEC 61400-2:2004 풍력발전시스템 제2부 : 소형풍력터빈의 안전

IEC 60725:2005 전기기기 방해특성 결정을 위한 배전시스템의 공급 및 기준 임피던스(상당 정격 전류 75A 이하)

2.2 태양광발전용 인버터 분류 기본적으로 용도에 따라 독립형과 계통연계형으로 분류하여 [표 1]과 같이 정리할 수 있다.

[표 1] 태양광발전용 인버터의 분류

용도	형 식	설치장소	비 고
계통연계형	단상	실내/실외	실내형 : IP20 이상 실외형 : IP44 이상 (IEC 62093)
	3상	실내/실외	
독립형	단상	실내/실외	
	3상	실내/실외	

3. 정의 이 기준에서 사용하는 주된 용어의 정의는 KS C 8533, KS C 8536 및 KS C IEC 61400-2에 따르는 외에 다음에 따른다.

3.1 태양 전지 어레이 모의 전원 장치 태양 전지 어레이의 출력 전류-전압 특성을 모의할 수 있는 직류 전원 장치

3.2 등가 일사 강도 태양 전지 어레이 모의 전원 장치의 출력 전력 용량을 설정하기 위한 설정상의 일사 강도

3.3 계통 모의 전원 장치 계통전원의 이상 및 사고발생을 모의할 수 있는 교류 전원 장치

4. 시험 상태 시험 상태는 특별한 지정이 없는 한 KS C 0210에 규정된 표준 상태의 조건으로 시험한다.

5. 시험 회로 시험 회로는 그림 1 또는 그림 2에 따른다. 독립형이며 교류 출력인 경우는 그림 1(a), 독립형이며 직류 출력인 경우는 그림 1(b), 계통연계형의 통상적인 시험과 외부사고 시험의 경우 그림 2(a)와 2(b)를 사용한다. 그림 1 및 그림 2는 단상 2선식 교류 출력의 경우의 표준 시험 회로를 나타낸 것이며, 3상의 경우는 여기에 준한다.

6. 시험 장치

6.1 측정기 아날로그 계기 또는 디지털 계기 중 어느 한 쪽을 사용하거나, 또는 두 가지 기기를 병용한다. 측정기의 정확도는 파형 기록장치를 제외하고 0.5급 이상으로 한다. 파형 기록 장치는 1급 이상으로 한다. 필요할 경우 다른 계측기(오실로스코프 등)를 적절히 병용한다.

6.2 직류 전원

6.2.1 태양전지 어레이 모의 전원 장치 태양 전지 어레이 출력 특성을 모의하는 것으로, 임의의 일사 강도와 임의의 소자 온도에 상당하는 태양 전지 어레이의 전류-전압 특성을 출력할 수 있으며, 적어도 인버터의 과입력 내량에 상당하는 출력 전력을 얻을 수 있는 전원 장치로 한다.

6.3 교류 전원

6.3.1 계통 모의 전원 장치 계통 전원을 모의하는 것으로 설정된 전압, 주파수를 유지할 수 있으며, 또한 전압과 주파수를 임의로 가변할 수 있고, 지정되는 전압의 왜형을 발생할 수 있는 것으로 한다.

6.3.2 모의 배전선 임피던스 장치 계통의 배전선 임피던스를 모의하는 것이며, IEC 규격의 기준 임피던스를 발생할 수 있는 것으로 한다.

6.4 부하 장치 인버터의 부하 시험에 사용하는 것으로 선형과 비선형(모터) 부하로 구성한다. 인버터의 과부하 내량에 상당하는 최대 전력을 소비할 수 있으며, 지정되는 범위에서 역률을 변화시킬 수 있는 것으로 한다. 3상 부하의 경우에는 지정되는 범위에서 부하 불평형을 발생시킬 수 있는 것으로 한다.

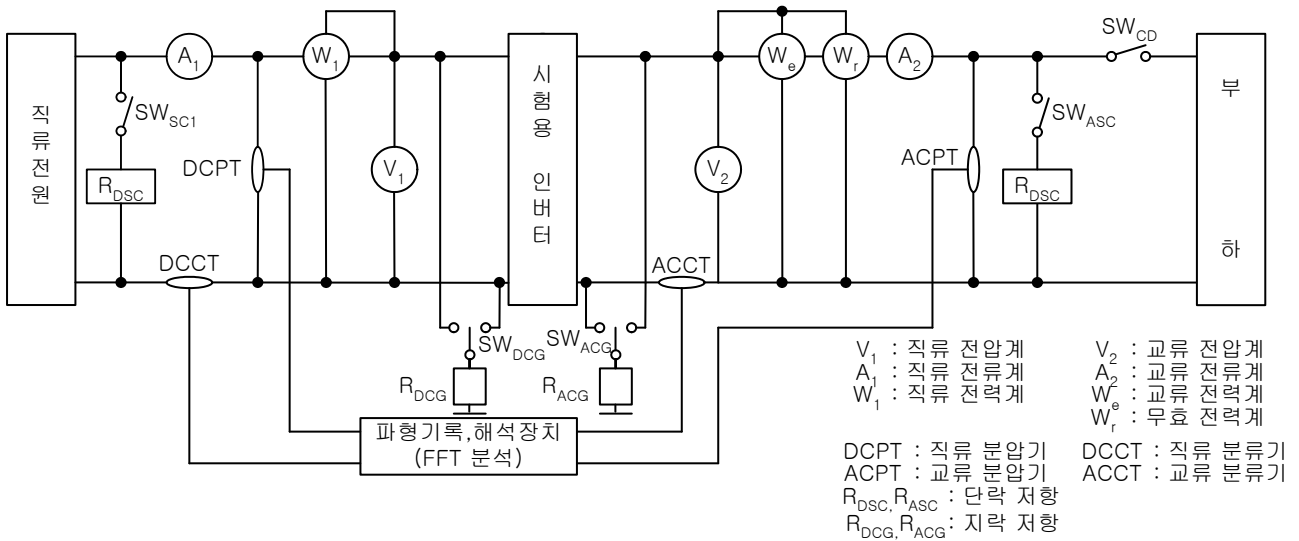


그림 1(a). 태양광발전용 독립형 인버터 시험회로(교류 출력의 경우)

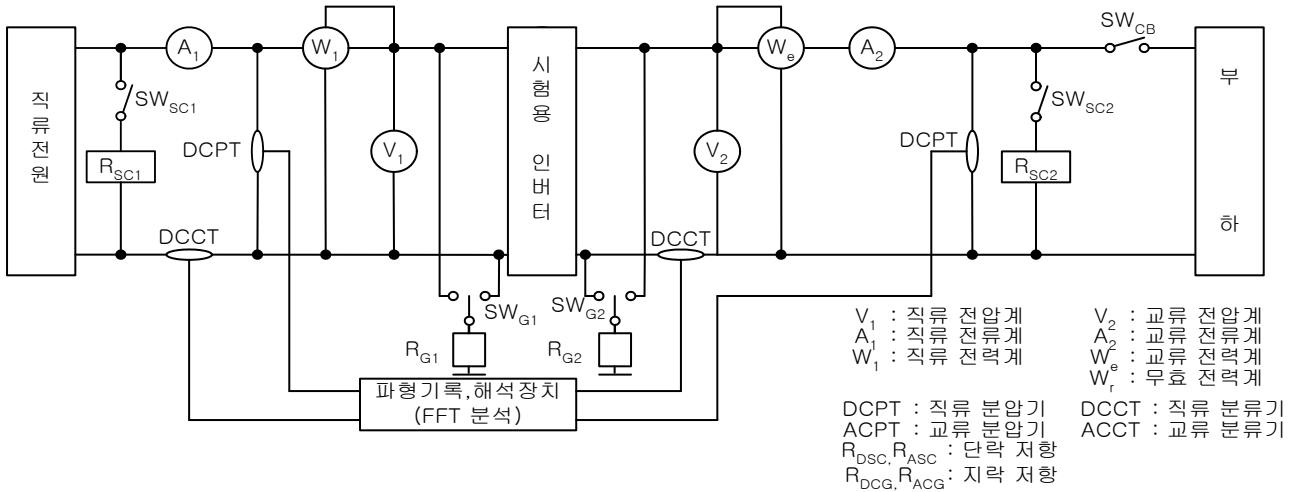


그림 1(b). 태양광발전용 독립형 인버터 시험회로(직류 출력의 경우)

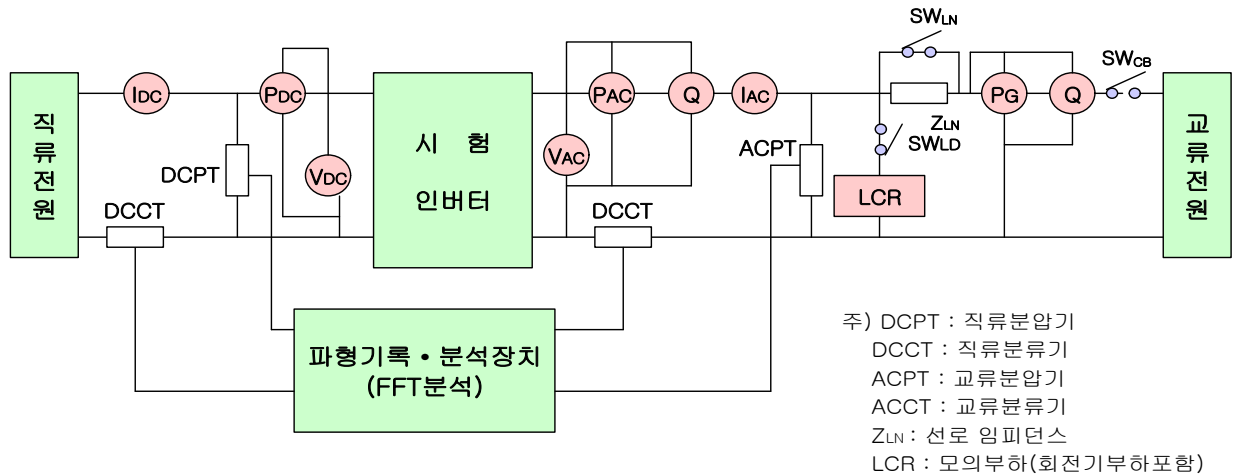


그림 2(a). 태양광발전용 계통연계형 인버터의 시험 회로 I

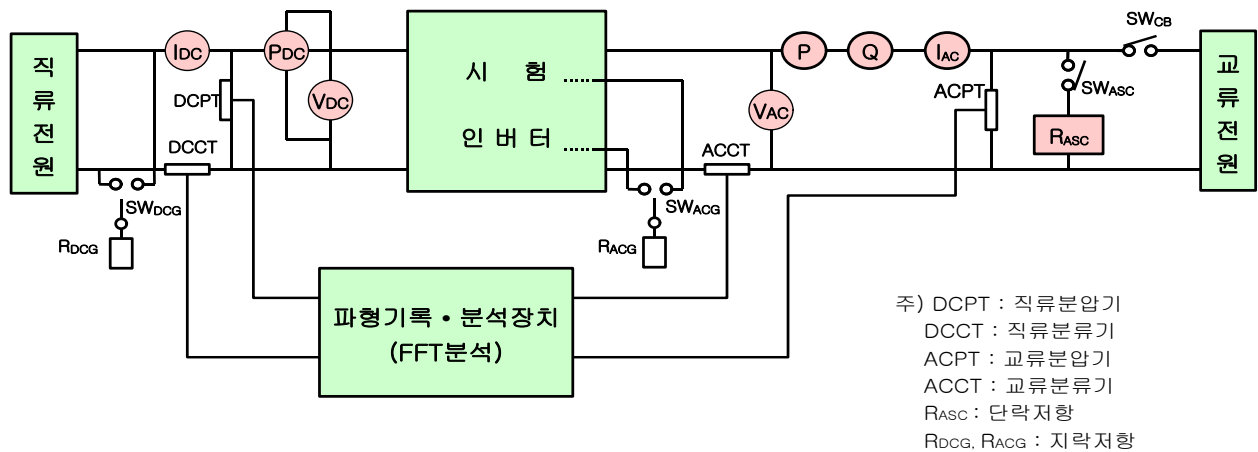


그림 2(b). 태양광발전용 계통연계형 인버터의 시험 회로 II

7. 시험 방법 및 판정기준

7.1 형태별 시험항목 태양광 독립형과 계통연계형에 따라 다음 [표 2]에 제시된 시험항목을 적용한다.

[표 2] 태양광 발전용 독립형/연계형 인버터의 시험항목

시 험 항 목		독립형	계통연계형	구 분
1. 구조시험		○	○	비고1
2. 절연성능시험	a) 절연저항시험	○	○	비고1
	b) 내전압시험	○	○	비고1
	c) 감전보호시험	○	○	비고1
	d) 절연거리시험	○	○	비고1
3. 보호 기능 시험	a) 출력 과전압 및 부족전압보호기능시험	○	○	
	b) 주파수상승 및 저하보호기능시험	○	○	
	c) 단독운전 방지기능시험	×	○	
	d) 복전후일정시간투입방지기능시험	×	○	
4. 정상특성시험	a) 교류전압, 주파수 추종범위 시험	×	○	
	b) 교류출력전류 변형률 시험	×	○	
	c) 누설전류시험	○	○	비고1
	d) 온도상승시험	○	○	비고1
	e) 효율시험	○	○	
	f) 대기손실시험	×	○	
	g) 자동기동·정지시험	×	○	
	h) 최대전력 추종시험	×	○	
	i) 출력전류 직류분 검출 시험	×	○	
	5. 과도응답 특성시험	a) 입력전력 급변시험	○	○
b) 계통전압 급변시험		×	○	
c) 계통전압위상 급변시험		×	○	
6. 외부사고시험	a) 출력측 단락시험	○	○	
	b) 계통전압 순간정전·강하시험	×	○	
	c) 부하차단시험	○	○	
7. 내전기 환경시험	a) 계통전압 왜형율내량시험	×	○	
	b) 계통전압불평형시험	×	○	
	c) 부하불평형시험	○	×	
8. 내주위 환경시험	a) 습도시험	○	○	비고1
	b) 온습도사이클시험	○	○	비고1
9. 전자기적합성(EMC)	a) 전자파 장애(EMI)	○	○	비고1
	b) 전자파 내성(EMS)	○	○	비고1

- 비고 1. 실내·외 설치를 위해 케이스 변경시 인증모델의 유사모델을 적용하며, 이 항목만 실시
 비고 2. 부하불평형 시험은 3상 인버터만 적용한다.
 비고 3. 감전보호시험과 전자기적합성 시험은 전기용품 안전인증기관 및 정부 출연 시험기관에서 시험한 성적서로 대체할 수 있다.

7.2 구조 시험 KS C 8536의 9절을 따르고, 출력계측을 위한 장치(CT 등)의 정확도는 3% 이내여야 한다.

[판정기준]

- KS C 8536의 규정 및 출력전류는 실제값과 오차가 3% 이내일 것.

7.3 절연 성능 시험

a) 절연 저항 시험 입력 단자 및 출력 단자를 각각 단락하고, 그 단자와 대지간의 절연 저항을 측정한다. KS C 1302에서 규정하는 대로 시험품의 정격전압이 300V 미만에서는 500V, 300V 이상 600V 이하에서는 1,000V의 절연 저항계를 사용해 측정한다. 단, 필요시 해당 시험을 할 때만 바리스터, Y-CAP, 서지 보호부품을 제거한다.

[판정기준]

- 절연저항은 1 MΩ이상일 것.

b) 내전압 시험 KS C 8536에서 규정하는 내전압 시험에 따라 입력 쪽과 출력 쪽으로 나누어 시험한다. 입력 쪽은 입력 단자를 단락하고 그 단자와 대지사이에 입력 정격전압(E_1)에 따라 50V 이하에서는 $500V_{rms}$, 50V 이상에서는 $(2 \cdot E_1 + 1000)V_{rms}$ 의 크기를 갖는 상용주파수의 교류전압을 1분간 인가한다. 출력 쪽은 출력단자를 단락하고, 그 단자와 대지사이에 출력 정격전압(E_2)에 따라 $(2 \cdot E_2 + 1000)V_{rms}$ 상용주파수의 교류전압을 1분간 인가한다. 단, 필요시 해당 시험을 할 때만 바리스터, Y-CAP, 서지 보호부품을 제거한다.

[판정기준]

- 시험 후 운전 성능상의 이상이 생기지 않을 것.

c) 감전보호시험 인버터 충전부와외의 접촉으로부터 감전 보호 시험하기 위해 IEC 61032에서 규정한 테스트 핑거 및 테스트 핀 시험을 통해 판정한다. 테스트 핑거에 의한 시험은 30N의 힘으로 인가하여 실시한다.

[판정기준]

- 테스트 핑거 및 테스트 핀에 의한 시험에서 25Vac 또는 60Vdc 이상의 충전부와 접촉되지 않아야 한다.
- 충전부는 외함 또는 최소한 KS C IEC 60529에 의한 IP2X(고체 침투에 대한 보호등급)의 요구사항에 적합한 보호벽을 가져야 한다. 쉽게 접근 가능한 외함 또는 보호벽의 표면은 실내형의 경우 IP20 이상, 실외형의 경우 IP44 이상이어야 한다.

d) 절연거리시험 절연거리시험은 공간거리 측정시험과 연면거리 측정시험으로 나누게 된다.

e-1) 공간거리 측정시험은 아래와 같이 KS C IEC 60664의 오염 등급 기준에 따라 아래 [표

3] 또는 [표 4]에 나타난 공간거리 이상이어야 하며, 임펄스 전압 시험 중 절연파괴 등이 없어야 한다.

- 오염등급 1 : 주요 환경 조건이 오염이 없는 마른 곳, 오염이 누적되지 않는 곳
- 오염등급 2 : 주요 환경 조건이 보통, 일시적으로 누적될(conductive) 수도 있는 곳
- 오염등급 3 : 주요 환경 조건이 오염이 누적되고 습기가 있는 곳
- 오염등급 4 : 주요 환경 조건이 먼지, 비, 눈 등에 노출되어 오염이 누적되는 곳

[표 3] 오염 정도에 따른 공간거리 및 시험 임펄스 전압(주회로와 외함 사이)

정격절연전압	오염 정도				임펄스 전압
	1	2	3	4	1.2/50 μ s
Vac기준(Vdc = Vac* $\sqrt{2}$)	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	kV
50 < x ≤ 100	0.5	0.5	0.8	1.6	1.5
100 < x ≤ 150	1.5	1.5	1.5	1.6	2.5
150 < x ≤ 300	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0
300 < x ≤ 600	5.5	5.5	5.5	5.5	6.0
600 < x ≤ 1000	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0

[표 4] 오염 정도에 따른 공간거리 및 시험 임펄스 전압(주회로내에서)

정격절연전압	오염 정도				임펄스 전압
	1	2	3	4	1.2/50 μ s
Vac기준(Vdc = Vac* $\sqrt{2}$)	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	kV
50 < x ≤ 100	0.1	0.2	0.8	1.6	0.8
100 < x ≤ 150	0.5	0.5	0.8	1.6	1.5
150 < x ≤ 300	1.5	1.5	1.5	1.6	2.5
300 < x ≤ 600	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0
600 < x ≤ 1000	5.5	5.5	5.5	5.5	6.0

e-2) 연면거리 측정시험은 아래와 같이 KS C IEC 60664-1의 CTI(comparative tracking index)의 분류기준에 따라 연면거리를 측정한다.

- 절연물질 그룹 I : 600 ≤ CTI ;
- 절연물질 그룹 II : 400 ≤ CTI < 600 ;
- 절연물질 그룹 IIIa : 175 ≤ CTI < 400 ;
- 절연물질 그룹 IIIb : 100 ≤ CTI < 175 ;

[표 5] 절연재질에 따른 연면거리

	오염정도								
	1	2				3			
		절연재질				절연재질			
정격절연전압(V_{rms})		I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb
	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>
$50 < x \leq 80$	0.22	0.67	0.95	1.3	1.3	1.7	1.9	2.1	2.1
$80 < x \leq 125$	0.28	0.75	1.05	1.5	1.5	1.9	2.1	2.4	2.4
$125 < x \leq 250$	0.56	1.25	1.8	2.5	2.5	3.2	3.6	4.0	4.0
$250 < x \leq 500$	1.30	2.5	3.6	5.0	5.0	6.3	7.1	8.0	8.0
$500 < x \leq 1000$	3.2	5.0	7.1	10.0	10.0	12.5	14.0	16.0	16.0

[판정기준]

- 공간거리는 [표 3] 또는 [표 4]에 나타난 값 이상이어야 하고, 임펄스 전압에 대한 내성을 가져야 한다.
- 연면거리는 [표 5]에 나타난 값 이상이어야 한다.

7.4 보호 기능 시험

7.4.1 실운전 시험

a) 출력 과전압 및 부족 전압 보호 기능 시험 인버터를 정격 전압, 정격 주파수 및 정격 출력으로 운전한 상태에서 [표 6]에서 규정한 공칭전압 범위를 이용하여 다음과 같이 실시한다. 모의 계통전원을 조정하여 출력 전압을 서서히 상승시켜 인버터가 정지하는 등급(출력 과전압 보호 등급)을 측정한다. 정상 운전 전압범위는 공칭전압의 88~110%로 한다.

[표 6] 전압범위별 고장 제거시간

전압 범위 (기준전압에 대한 비율 %)	고장 제거 시간(초)
$V < 50$	0.16 이내
$50 \leq V < 88$	2.00 이내
$110 < V < 120$	2.00 이내
$V \geq 120$	0.16 이내

※ 고장제거시간 : 계통에서 비정상 전압상태가 발생한 때로부터 전원 발전설비가 계통으로부터 완전히 분리될 때까지의 시간

[판정기준]

· 출력 과전압 보호등급은 공칭전압의 +10%(허용오차 +- 2%)로 하고, 출력 부족전압 보호등급은 공칭 전압의 -12%(허용오차 +-2%)로 한다.

b) 주파수 상승 및 저하 보호 기능 시험 인버터를 정격 전압, 정격 주파수 및 정격 출력으로 운전하는 상태에서 [표 7]에서 규정한 주파수 범위 및 시간을 만족하는지 시험한다.

[표 7] 주파수 범위별 고장 제거시간

주파수 범위(Hz)	고장 제거 시간
> 60.5	0.16 이내
< 59.3	0.16 이내

- 1) 모의 계통전원을 조정하여 출력전압의 주파수를 정격에서부터 최대 0.05Hz 단위로 서서히 상승시켜 인버터가 정지하는 등급(주파수 상승 보호 등급)을 측정한다.
- 2) 주파수를 정격 주파수에서 주파수 상승 보호 등급의 +0.1Hz까지 계단 함수 형태로 인가한 후 인버터가 정지하는 시간(또는 게이트 블록 기능 동작)을 측정한다.
- 3) 모의 계통전원을 조정하여 출력전압의 주파수를 정격에서부터 최대 0.05Hz 단위로 서서히 하강시켜 인버터가 정지하는 등급(주파수 저하 보호등급)을 측정한다.
- 4) 주파수를 정격 주파수에서 하한 보호 등급의 -0.1Hz까지 계단 함수 형태로 내리면서 인버터가 정지하는 동작 시간을 측정한다.

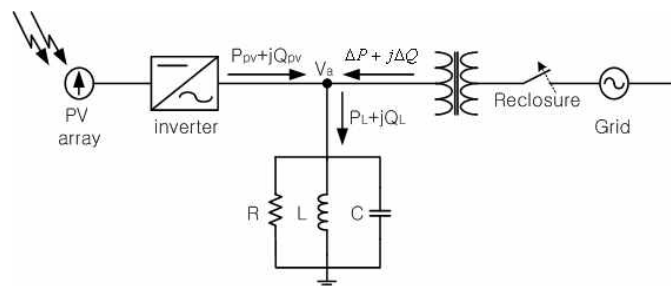
[판정기준]

· 주파수 상승 보호등급은 표준주파수의 +0.5Hz(허용오차는 ±0.05Hz)로 하고, 주파수 저하 보호등급은 표준주파수의 -0.7Hz(허용오차는 ±0.05Hz)로 한다.

c) 단독운전 방지기능 시험 시험회로는 그림 2(a)로 하고, <그림 3>을 참조한다. Quality Factor(Q_f)는 1로 지정하며 수식은 다음과 같다.

$$Q_f = \frac{\sqrt{Q_L \times Q_C}}{P_R}$$

여기서, P_R = R에서 소비하는 유효전력, Q_L = L에서 발생하는 무효전력, Q_C = C에서 발생하는 무효전력



<그림 3> 계통연계 인버터 단독운전 회로

- 1) 인버터의 출력을 [표 8]의 시험 조건 되도록 설정하여 다음을 시행한다.

- 2) 스위치 SW_{LD}를 투입하고 R 부하를 조정하여 부하 소모전력과 인버터와의 유효전력 차이인 ΔP가 [표 8]과 [표 9]가 되도록 한다. ($\Delta P = P_{PV} - P_L$)
- 3) L에 발생하는 무효전력의 크기가 R에서 소비되는 소비전력의 크기와 같도록 L 부하를 조정한다. 이와 동시에 C 부하를 조정하여 ΔQ가 [표 8, 9, 10]이 되도록 한다.
- 4) [표 8]의 시험조건 A에 대해서는, 인버터 정격 출력전력에 대한 유효 전력(ΔP)과 무효 전력(ΔQ)의 비(%)를 [표 9]가 되도록 각각 설정한 뒤, SW_{CB}를 개방하여 인버터가 정지하기까지의 시간을 각각 측정한다.
- 5) [표 8]의 시험조건 B와 C에 대해서는, 인버터 정격 출력전력에 대한 유효전력 ΔP와 무효전력 ΔQ의 비(%)를 [표 10]이 되도록 각각 설정한 뒤, SW_{CB}를 개방하여 인버터가 정지하기까지의 시간을 각각 측정한다.

[표 8] 시험 조건

조건	출력	입력 전압1)
A	정격	> 범위의90 %
B	정격의 50-66 %	범위의 50 % , ±10 %
C	정격의25-33 %	< 범위의 10%

¹⁾ 인버터의 MPPT 전압 범위가 X~Y라고 하면 범위의 90%=X+0.9*(Y-X)로 정의한다.

[표 9] 시험 조건 A의 유효 전력, 무효 전력의 차이

인버터 정격 출력전력에 대한 유효 전력(ΔP)과 무효 전력(ΔQ)의 비(%)				
-10, +10	-5, +10	0, +10	+5, +10	+10, +10
-10, +5	-5, +5	0, +5	+5, +5	+10, +5
-10, 0	-5, 0	0, 0	+5, 0	+10, 0
-10, -5	-5, -5	0, -5	+5, -5	+10, -5
-10, -10	-5, -10	0, -10	+5, -10	+10, -10

[표 10] 시험 조건 B & C의 유효 전력, 무효 전력의 차이

인버터 정격 출력전력에 대한 유효 전력(ΔP), 무효 전력(ΔQ)의 비(%)										
0, -5	0, -4	0, -3	0, -2	0, -1	0, 0	0, 1	0, 2	0, 3	0, 4	0, 5

[판정기준]

· 단독운전을 검출하여 0.5초 이내에 개폐기 개방 또는 게이트 블록 기능이 동작할 것.

d) 복전 후 일정시간 투입 방지 기능 시험 계통이 정전에서 복전한 후 일정시간동안 인버터의 재투입 방지 기능 특성에 관해서 시험한다.

- 1) 인버터를 정격 출력에서 운전한다.

- 2) SW_{CB}를 개방하여 정전을 발생시킨 후 10초 동안 유지한다.
- 3) SW_{CB}를 투입하여 복전시킨다.
- 4) 복전 후 재운전 시간과 교류 출력 전압, 전류를 측정한다.

[판정기준]

- 복전해도 5분 이상 재운전 하지 않을 것.(한전 “분산형전원 배전계통 연계 기술기준”)
- 재운전시 출력 전류의 실효치가 정격전류의 150% 이하일 것

7.5 정상 특성 시험

a) 교류 전압, 주파수 추종 범위 시험 교류 전원을 정격 전압 및 정격 주파수로 운전한다. 직류 전원은 인버터 출력이 정격 출력이 되도록 설정한다.

- 1) 계통 전압의 크기를 7.4.1의 a)에서 측정된 보호 등급 내에 천천히 변화시켜 공칭전압의 +8%와 -10%의 전압에서 교류 출력 전력, 전류 왜형률, 역률 등을 측정한다.
- 2) 주파수를 정격의 기준범위 내에서 천천히 변화시켜 60.45Hz와 59.35Hz에서 교류 출력 전력, 전류 왜형률, 역률 등을 측정한다.

[판정기준]

- 기준범위 내의 계통전압변화에 추종하여 안정하게 운전할 것.
- 출력 전류의 종합 왜형률은 5% 이내, 각 차수별 왜형률이 3% 이내일 것.
- 출력 역률이 0.95 이상일 것.

b) 교류 출력 전류 변형을 시험

- 1) 시험 회로 중 SW_{LN}(시험회로 I, 임피던스 투입 스위치)을 개방하여 기준 임피던스를 b)와 같이 설정하고, 인버터를 정격 출력전압, 정격출력 주파수 및 정격 출력으로 운전한다.
- 2) 인버터의 출력 전류에 포함되는 차수별 고조파 전류 성분 i_{ACn} 을 측정하고, 다음 식에 따라서 전류의 종합 왜형률 THD를 산출한다.

$$THD = \frac{\sqrt{\sum i_{ACn}^2}}{I_{AC1}} \times 100(\%) \text{ ----- (1)}$$

여기서, i_{ACn} : 인버터 출력 전류의 n차 고조파 전류 성분 실효값(A)

n : 고조파 차수 2~40차로 한다.

I_{AC1} : 인버터 출력 전류의 기본파 실효값(A)

회로에서 사용하는 220V, 60Hz의 선로 임피던스는 IEC 60725에 따라 다음과 같이 설정한다.

3상 기준 임피던스 = 0.24Ω+j0.15Ω(각상), 0.16Ω+j0.1Ω(중성선)

단상 기준 임피던스 = $0.4\Omega + j0.25\Omega$

[판정기준]

· 교류 출력 전류 종합 왜형률이 5% 이내, 각 차수별 왜형률이 3% 이내일 것.

c) **누설 전류 시험** 교류 전원을 정격 전압 및 정격 주파수로 운전한다. 직류 전원은 인버터 출력이 정격 출력이 되도록 설정한다.

- 1) 인버터의 기체와 대지와의 사이에 1kΩ의 저항을 접속해서 저항에 흐르는 누설전류를 측정한다.

[판정기준]

· 누설전류가 5mA 이하일 것

d) **온도 상승 시험** 교류 전원을 정격 전압 및 정격 주파수로 운전한다. 직류 전원은 인버터 출력이 정격 출력이 되도록 설정한다. 기준 주위온도는 옥내용 30℃±5℃, 옥외용 40℃±5℃로 한다.

- 1) 각부의 온도 상승이 포화 상태가 될 때까지 운전을 계속 한다. 온도 측정 장소는 외함, 변압기, 리액터류, dc 링크 캐패시터, 스위칭 소자 방열판 등의 윗부분으로 한다.
- 2) 각 부의 온도 상승이 포화 상태가 될 때 각 부의 온도를 측정한다.

[판정기준]

· 각 부의 온도가 제작사에서 제시한 규정 온도 이내일 것. 다만, 제작사의 제시사양이 없는 경우 [표 11] 및 [표 12]의 표에 따른다.

<표11>. 변압기, 인덕터 등의 절연시스템의 온도상승 한계

절연등급 (IEC 60085에 따름)	열전온도계법에 의한 허용값	권선저항 계산법 및 매입형 열전온도계법에 의한 허용값
A종 절연(105℃)	90 ℃	95 ℃
E종 절연(120℃)	105 ℃	110 ℃
B종 절연(130℃)	110 ℃	120 ℃
F종 절연(155℃)	130 ℃	140 ℃
H종 절연(180℃)	150 ℃	160 ℃
N종 절연(200℃)	165 ℃	175 ℃
R종 절연(220℃)	180 ℃	190 ℃
S종 절연(240℃)	195 ℃	205 ℃

<표12> 구성재료 및 부품의 온도상승 한계

구성재료 및 부품	허용값
전해 커패시터	65℃
전해 커패시터 이외의 것	90 ℃
외부도체 연결단자	60 ℃
외부도체와 접속되는 접속부	60 ℃
인버터 내부의 절연된 도체	제조사 정격 허용온도
퓨즈	90℃
PCB	105℃
절연물	90℃

주) 온도시험을 위한 시험환경 주위온도는 15℃ ~ 40℃ 이내로 제한하며, 각 부의 온도 상승값은 측정시 주위온도를 뺀 값이 상기 [표 11] 및 [표 12]의 온도상승 한계를 초과하지 않아야 한다.

e) **효율 시험** 교류 전원을 정격 전압 및 정격 주파수로 운전한다.

- 1) 출력전력이 정격전류의 5%, 10%, 20%, 30%, 50%, 그리고 100%일 때의 각각의 전력 변환 효율($\eta_{5\%}, \eta_{10\%}, \eta_{20\%}, \eta_{30\%}, \eta_{50\%}, \eta_{100\%}$)을 측정한다.

[판정기준]

- 정격 출력시 변환 효율(η_{EU})이 90% 이상일 것.
 $(\eta_{EU} = 0.03\eta_{5\%} + 0.06\eta_{10\%} + 0.13\eta_{20\%} + 0.10\eta_{30\%} + 0.48\eta_{50\%} + 0.20\eta_{100\%})$
- 독립형 인버터의 경우 Euro 변환 효율(η_{EU})이 85% 이상일 것.

f) **대기 손실 시험** KSC 8533에 준한다.

[판정기준]

- 대기 손실이 정격 출력 값의 2% 이하일 것.

g) **자동 기동·정지 시험** 인버터 정격 출력시의 태양 전지 어레이 모의 전원 장치의 최대 출력 동작 전압을 인버터 정격 입력 전압값으로 설정하고 다음 시험을 실시한다.

- 1) 등가 일사 강도를 서서히 하강시켜 정지 등급과 정지 절차의 이상 여부를 확인한다.
- 2) 태양전지 어레이 모의 전원 장치를 인버터 기동 등급 이하의 등가 일사 강도로 설정한다.
- 3) 등가 일사 강도를 서서히 상승시켜 기동 등급과 기동 절차의 이상 여부를 확인한다.
- 4) 인버터의 정격 출력시 태양 전지 어레이 모의 전원 장치의 최대 출력에서의 동작 전압을 입력 전압 범위의 상한치 및 하한치로 설정하고, 1)~3)을 실시한다.

[판정기준]

- 기동·정지 등급이 설정전압의 5% 이내일 것.
- 기동·정지 절차가 설정된 방법대로 동작할 것.

- 채터링은 3회 이내 일 것.

(채터링 : 자동기동 · 정지시에 인버터가 기동 · 정지를 불안정하게 반복되는 현상)

h) 최대 전력 추종 시험

- 1) 인버터 정격 출력시의 태양 전지 어레이 모의 전원 장치의 최대 출력 동작 전압을 인버터 정격 입력 전압값으로 설정하고 다음 시험을 실시한다.
- 2) 등가 일사 강도를 정격출력시의 100%, 75%, 50%, 25% 및 12.5%로 한 상태에서 인버터의 입력 전력을 측정하고 다음의 식에 따라서 최대 전력 추종 효율 η_{MPPT} 를 산출한다.

$$\eta_{MPPT} = \frac{P_{INV}}{P_{MAX}} \times 100(\%) \text{ ----- (3)}$$

여기서, P_{MAX} : 태양전지 배열의 I-V 특성에서 결정되는 최대전력(W)

P_{INV} : 인버터가 실제로 받아들이는 전력(W)

[판정기준]

- 최대 전력 추종 효율이 95% 이상일 것.

i) 출력 전류 직류분 검출 시험 교류 전원을 정격 전압 및 정격 주파수로 운전한다. 직류 전원은 인버터 출력이 정격 출력이 되도록 설정한다. 인버터의 출력전류를 계측하여 출력전류의 직류 분을 측정한다. 해당 시험은 상용주파 변압기를 사용한 인버터를 제외한 모든 인버터에 적용한다.

[판정기준]

- 직류전류 성분의 유출분이 정격 전류의 0.5% 이내일 것.

7.6 과도 응답 특성 시험

a) 입력 전력 급변 시험

- 1) 인버터를 정격 출력 전압, 정격 출력 주파수로 운전하고, 태양전지 어레이 모의 전원장치를 이용해 정격의 50% 전력을 인버터에 입력한다.
- 2) 인버터의 입력 전력을 50%에서 75%로 계단함수 형태(상승시간 0.1초 이하)로 올려서 10초 동안 유지한 후 다시 50% 상태로 되돌린다.
- 3) 인버터를 정격 출력의 50%에서 운전한다.
- 4) 인버터의 입력 전력을 50%에서 25%로 계단함수 형태로 내려서(하강시간 0.1초 이하) 10초 동안 유지한 후 50% 상태로 되돌린다.
- 5) 입력 및 출력의 전압 파형과 전류 파형을 기록한다.

[판정기준]

- 인버터가 직류입력 전력의 급속한 변화에 추종하여 안정적으로 운전할 것.

b) 계통 전압 급변 시험 교류 전원을 정격 전압 및 정격 주파수에서 운전한다. 태양전지 어레이 모의 전원장치는 인버터 출력이 정격출력이 되도록 설정한다.

- 1) 인버터를 정격 출력에서 운전한다.
- 2) 계통 전압을 7.5의 a)에서 규정한 시험 최대 전압값으로 계단함수 형태(상승시간 1주기 이하)로 급격히 변화시켜 10초 동안 유지한 후 다시 정격 전압으로 되돌린다.
- 3) 계통 전압을 정격으로 운전한다.
- 4) 계통 전압을 7.5의 a)에서 규정한 시험 최소 전압값으로 계단함수 형태(하강시간 1주기 이하)로 급격히 변화시켜 10초 동안 유지한 후 다시 정격 전압으로 되돌린다.
- 5) 입력 및 출력의 전압 파형과 전류 파형을 기록한다.

[판정기준]

- 인버터가 계통전압의 급속한 변동에 추종해서 안정적으로 운전할 것.
- 교류출력 전류의 변동이 정격 전류 실효치의 150% 이하이며 0.5초 이하일 것.

c) 계통 전압 위상 급변 시험 교류 전원을 정격 전압 및 정격 주파수에서 운전한다. 태양전지 어레이 모의 전원장치는 인버터 출력이 정격 출력이 되도록 설정한다.

- 1) 정상 운전 상태의 인버터 출력 전압 위상을 기준으로 하여 0°로 한다.
- 2) 계통 전압의 위상을 0°에서 +10°까지 계단 함수 형태로 변화시켜서 10초 동안 유지한 후 다시 계단 함수 형태로 0°로 되돌린다.
- 3) 계통 전압의 위상을 0°에서 -10°까지 계단 함수 형태로 변화시켜서 10초 동안 유지한 후 다시 계단 함수 형태로 0°로 되돌린다.
- 4) 출력 전압 파형, 출력 전류 파형을 기록한다.
- 5) 위의 위상 변화값 +10°를 +120°로 변경하고, 2)의 시험을 반복한다. 출력 전압 및 전류 파형을 기록한다.

[판정기준]

- ±10° 위상급변시 인버터가 급격히 변화하는 계통전압 위상에 추종하여 안정하게 운전할 것.
- +120° 위상급변시 인버터가 급격히 변화하는 계통전압 위상에 추종하여 안정하게 운전을 계속하거나 또는 안전하게 정지하여 어떠한 부위에도 손상이 없으며, 운전을 정지한 경우 자동 기동 할 것

7.7 외부 사고 시험

a) 출력측 단락 시험 시험회로는 그림 2로 한다. 교류 전원으로 순서 1)에서 나타나는 전류값을 발생할 수 있는 것을 사용한다. 이 이외의 장치를 사용하는 경우에는 당사자 사이의 협의에 따른다.

- 1) 인버터를 정격 출력 전압, 정격 출력 주파수 및 정격 출력에서 운전한다. 그리고 교류 전원장치는 단락 전류를 검출하여, 사고 발생 후 0.3초 이내에 개방하도록 설정한다. 단락 저항 R_{sc} 를 정격 전류의 10배 이상에 해당하는 부하와 같은 값으로 설정한다.
- 2) 스위치 SW_{sc} 를 폐로하여 단락 상태를 만들며, 이 때 인버터의 출력 전류와 차단 또는 정

지 시간을 측정한다.

[판정기준]

- 인버터가 안전하게 정지하고 어떤 부위에도 손상이 없을 것.

b) 계통 전압 순간 정전·순간 강하 시험 교류 전원은 정격 전압 및 정격 주파수에서 운전한다. 태양전지 어레이 모의 전원장치는 인버터 출력이 정격 출력이 되도록 설정한다.

- 1) 인버터를 정격 출력에서 운전한다.
- 2) 교류 전원측에 0.3초의 순간 정전(정격전압의 0%)을 발생시킨다.
- 3) 순간 정전의 위상 투입각을 0°, 45°, 90°로 하며, 각 위상 투입각의 시험을 2회 실시한다. 이 때 출력전압 파형, 출력 전류 파형을 기록한다.
- 4) 교류 전원측에 0.3초의 순간 전압 강하(정격의 70%)를 발생시킨다.
- 5) 순간 강하의 위상 투입각을 0°, 45°, 90°로 하며, 각 위상 투입각의 시험을 2회 실시한다. 이 때 출력전압 파형, 출력 전류 파형을 기록한다.

[판정기준]

- 순간 정전·전압강하에 대해서 안정하게 정지하거나, 운전을 계속한다. 만일 정지한 경우에는 복전 후 5분 이후에 운전을 재개할 것.

c) 부하 차단 시험

- 1) 인버터 정격 출력 전압, 정격 출력 주파수 및 정격 출력에서 운전한다. 모의부하는 접속하지 않는다
- 2) 스위치 SW_{CB}을 개방한다.
- 3) 출력 전압 파형, 출력 전류 파형을 기록하여 전압의 변화 및 정지 시간을 측정한다.

[판정기준]

- 부하차단을 검출하여 개폐기 개방 및 게이트블록 기능이 동작할 것.

7.8 내전기 환경 시험

a) 계통 전압 왜형을 내량 시험 시험 회로 중 SW_{LN}(시험회로 I, 임피던스 투입 스위치)을 개방하고, 선로 임피던스를 8.4의 c)와 같은 시험 회로를 구성한다. 교류 전원은 정격 전압 및 주파수로 운전한다. 전압의 종합 왜형률이 대략 8%(3차=5%, 5차=6%)가 되도록 기본파 전압에 중첩시킨다. 태양전지 어레이 모의 전원장치는 인버터가 정격 출력이 되도록 설정한다. 단, 중첩된 교류전압이 인버터의 출력 과전압 보호 기능의 상한 보호 등급을 초과하는 경우에는 상한 보호 등급 미만이 되도록 교류 전원의 출력 전압값을 조정한다.

- 1) 인버터를 정격 출력으로 운전한다.
- 2) 계통 전압에 종합 왜형률 8%의 고조파를 중첩한 상태에서 교류 출력 전력, 역률, 교류 출력 전류, 출력 전류 왜형률을 측정한다.

[판정기준]

- 인버터가 안정하게 운전할 것.
- 역률이 0.95 이상일 것.

b) 계통 전압 불평형 시험 인버터의 배전방식이 3상 4선식인 경우에 대하여 적용한다. 시험 회로 중 SW_{LN} (시험회로 I, 임피던스 투입 스위치)을 개방하여 기준 임피던스를 7.5의 b)와 같은 시험 회로를 구성한다. 교류 전원은 정격 전압 및 정격 주파수로 운전한다. 상전압의 불평형이 U상 : $220 \angle 0^\circ [V]$, V상 : $205 \angle -120^\circ [V]$, W상 : $227 \angle 120^\circ [V]$ 가 되도록 조정한다. 태양전지 어레이 모의 전원장치는 파워 컨디셔너 출력이 정격 출력이 되도록 설정한다.

- 1) 인버터를 정격 출력으로 운전한다.
- 2) 불평형을 발생시킨 상태에서 교류 출력 전력, 역률, 교류 출력 전류, 출력 전류 왜형률을 측정한다.

[판정기준]

- 정격출력에서 안정하게 운전할 것.
- 역율이 0.95 이상일 것.
- 출력 전류의 총합 왜형률이 5% 이하, 각 차수별 왜형률이 3% 이하일 것.

c) 부하불평형 시험 3상 독립형 인버터에 적용한다. 정격용량에 해당하는 부하를 연결한 후 U, V, W상 중 한상의 부하를 0으로 조정한 후 30분동안 운전한다.

[판정기준]

- 30분 동안 안정하게 운전할 것.

7.9 내주위 환경 시험

a) 습도 시험 (실내용 인버터에 적용)

- 1) 주위 온도 $40^\circ C$, 상대습도 90~95% RH의 환경에서 48시간 방치한다.
- 2) 충전부와 비충전 금속부 및 외장(외장이 절연물인 경우는 외장에 밀착한 금속박)과의 사이의 절연 저항 및 내전압을 7.3의 a), b)에서 정하는 방법으로 시험한다.

[판정기준]

- 절연저항은 $1M\Omega$ 이상일 것.
- 상용 주파 내전압에 1분간 견딜 것.

b) 온습도 사이클 시험 (실외용 인버터에 적용)

- 1) KS C 0228의 6.3.1(24시간의 사이클)에 나타내는 저온 서브 사이클을 포함한 24시간의 사이클을 5회 실시한다.

- 2) 충전부와 비충전 금속부 및 외장(외장이 절연물인 경우는 외장에 밀착한 금속박)과의 사이의 절연 저항 및 내전압을 7.3의 a), b)에서 정하는 방법으로 시험한다.

[판정기준]

- 절연저항은 1MΩ 이상일 것.
- 상용 주파 내전압에 1분간 견딜 것.

7.10 전기자기 적합성(EMC) 시험

신청시 시료의 사용환경이 표시되어야 한다.

7.10.1 전자파 장해 (EMI)

a) 잡음 단자 전압의 한계값

주거용, 상업용 및 경공업 산업 환경에 사용되는 제품의 잡음단자전압의 한계값은 KS C IEC 61000-6-3에 만족하여야 하고, 산업용 환경에 사용되는 제품의 잡음단자전압의 한계값은 KS C IEC 61000-6-4에 만족하여야 한다.

b) 잡음 전계 강도의 한계값

주거용, 상업용 및 경공업 산업 환경에 사용되는 제품의 잡음전계강도의 한계값은 KS C IEC 61000-6-3에 만족하여야 하고, 산업용 환경에 사용되는 제품의 잡음전계강도의 한계값은 KS C IEC 61000-6-4에 만족하여야 한다.

7.10.2 전자파 내성 (EMS)

사용목적에 따라 주거용, 상업용 및 경공업 산업 환경에 사용되는 제품은 KS C IEC 61000-6-1에 만족하여야 하고, 산업용 환경에 사용되는 제품의 전자파 내성은 KS C IEC 61000-6-2에 만족하여야 한다. 단, 직류전압단자에 대하여는 적용하지 않는다.

8. 표시사항

8.1 일반사항 내구성이 있어야 하며 소비자가 명확히 인식할 수 있도록 표시하여야 한다.

8.2 제조 및 사용 표시

8.2.1 인증설비에 대한 표시는 최소한 다음 사항을 포함하여야 한다.

- 업체명 및 소재지
- 설비명 및 모델명
- 정격 및 적용조건
- 제조연월일
- 인증부여번호
- 신재생에너지 설비인증표지
- 기타사항

부 칙<2011.07.01>

이 기준은 2011년 7월 1일부터 시행한다.