

Special  
Thema

# | 국내 태양전지모듈의 성능 인증기준 및 기술동향

**강기환** 선임연구원  
(한국에너지기술연구원 태양광발전연구단)  
**유권중** 단장/책임연구원  
(한국에너지기술연구원 태양광발전연구단)

## 1. 서론

최근 지구환경문제와 화석에너지 고갈 문제로 인하여 환경친화형 에너지원 및 미래에너지원의 다원화 등 신 · 재생에너지에 대한 기술개발이 국제적인 이슈로 등장하고 있다.

이러한 배경으로 최근 4~5년 사이에 태양광발전산업의 시장은 태양전지의 저가화가 진행되면서 매년 30%이상의 증가율을 보이면서 2004년도에는 최초로 900 MW에 육박하는 세계시장의 성장세가 두드러지게 나타나고 있다. 그러나 급격한 수요의 증가에 따른 태양전지 생산량의 부족으로 2004년 이후 태양전지 가격은 다시 증가 추세에 있으나, 전 세계적으로 태양광발전 시장은 계속적으로 증가할 것으로 예측하고 있다[1].

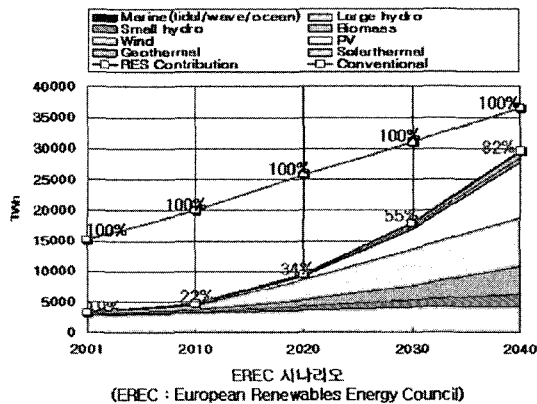


그림 1. 신 · 재생에너지 전망.

이러한 수요의 증가에 의해 태양전지의 생산량이 증가하고 태양광발전시스템의 실용화 보급이 급속히 진행되면서 시스템의 규격화 및 표준화가 선진국을 중심으로 활발히 추진되고 있으며, 시스템을 구성하고 있는 구성요소기기의 신뢰성 확보를 위한 성능평가, 성능지표의 계측방법, 안전성, 신뢰성 등의 규격화 표준화를 위한 시험방법의 확립이 우리나라

에서도 시급한 현실이다.

에너지소비가 세계 10위인 우리나라는 현재 에너지 해외 의존도 97% 이상으로 지하자원 고갈 및 기후변화협약 대응 방안으로 정부 주도하여 2012년 태양광 주택 10만호 보급사업을 목표로 신재생에너지 개발 및 보급을 적극 추진하고 있으며, 이와 함께 태양광발전시스템을 구성하는 요소기기의 성능 인증 제도의 도입을 추진하고 있다.

따라서 본 논문에서는 태양광발전시스템을 구성하는 요소기기 중 가장 중요한 태양전지모듈의 국내 성능인증 시험기준과 국내 태양전지모듈 생산 및 시장 규모를 비롯하여 현재 국내 태양광보급사업에 설치되고 있는 태양전지모듈의 성능을 비교분석하여 향후 우리나라 태양광발전산업의 활성화와 보급 촉진을 위한 유용한 기초 자료를 제시하고자 한다.

## 2. 태양광발전시스템의 표준화 동향

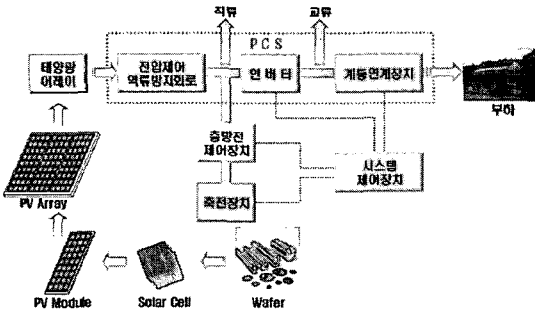


그림 2. 태양광발전시스템의 기본구성.

태양광발전시스템은 독립형과 계통연계형으로 크게 구분 될 수 있으며, 일반적인 구성은 그림2와 같이 구성되고, 그림2로부터 요소기술의 분류는 그림3으로 분류되고 있다. 그림3에서 알 수 있듯이 시스템의 실용화 보급에 있어서 시스템의 성능과 기능, 신뢰성에 중요한 역할을 하는 것은 태양전지모듈과 PCS(인버터), 태양전지 어레이 가대 및 태양전

지 셀 등이며, 상기의 구성 요소 기기에 대한 적합한 성능지표와 성능평가의 통일적 시험방법 등을 명확하게 함으로서 구성요소의 규격화 및 표준화가 가능하게 하여 실용화 확대보급을 위한 대량 생산체제 구축에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

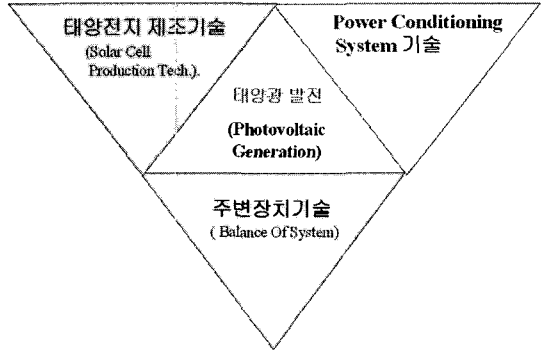


그림 3. 태양광발전의 주요 핵심기술.

또한, 태양광발전시스템의 연구개발 목표 및 기술수준을 명확하게 하기 위해서 각 구성 요소 기기에 대한 요구사항을 명확하게 하고 성능평가의 기본 조건에 대하여 검토가 요구되고 있다.

상기의 각 구성요소에 대한 기능 및 성능 등에 대한 기술개요 및 성능평가를 위한 성능평가 기본 조건에 대하여 간단히 설명하면 태양전지 모듈은 태양전지 셀을 전기적으로 접속하여 필요한 전압이나 전류를 출력함과 동시에 옥외에 설치 사용할 수 있도록 패키징된 것으로 전기적인 성능평가와 내구성 등의 환경적인 성능평가를 요구하고 있다[2].

인버터(PCS)는 태양광발전 출력의 직류를 교류 전력으로 변환하여 주는 인버팅 기능과 전력품질 및 보호기능을 갖는 장치로서 독립형과 연계형으로 분류되며, 용도에 따라서 기능이 크게 다르다. 따라서 성능 시험평가에 있어서도 별도로 접근할 필요가 있다. 하지만 기본적으로는 전기적인 성능평가와 환경시험 평가를 요구하고 있다.

태양전지 어레이 가대는 기본적으로 태양전지 모듈이나 단자함, 배선 등을 지지하는 구조물로서 옥외

에 설치되기 때문에 자연환경에 견딜 수 있는 내구성 등의 환경적합성에 대한 성능평가가 요구되고 있다.

태양전지 셀은 태양전지 모듈을 구성하기 위한 기본 단위 소자로서 전기적인 성능시험이 기본적이며, 실질적인 그 역할이 태양전지 모듈로서 나타나기 때문에 환경시험평가는 비중이 적다고 할 수 있다.

태양광발전용 전력저장 축전지는 태양광발전 출력전력을 일시적으로 저장하여 부하에 안정된 전력을 공급할 수 있는 전력저장장치로서 충방전 효율시험 및 충방전 사이클 시험 등과 같은 전기적 평가가 중요하며, 환경시험은 기존의 연축전지 성능시험기준에 준할 수 있다.

태양광발전이 종래의 기술 개발 단계로부터 보급 단계로 급속히 진행되고 있고, 그 시장도 선진국으로부터 개발도상국까지 광범위하게 확대되고 있다. 기술 개발과 보급을 주도하고 있는 미국, 일본, 유럽 등에서는 태양광발전 제품과 기술에 대한 공업 표준을 제정, 운용하는 동시에 자국의 표준을 범세계적으로 통용될 수 있는 표준으로 발전시키기 위해 협력하고 때로는 서로 경쟁하고 있다.

현재 범세계적으로 통용되는 전기 부문의 국제 표준을 심의, 제정 운영하는 국제기구인 IEC(International Electrotechnical Commission, 국제 전기 기술 위원회)이다. IEC 표준의 제정과 운용에 따라 각국이 자체적인 표준을 제정해야 할 필요성이 점점 없어지고 있으며, 이미 일부 국가에서는 IEC 표준을 자국의 표준으로 받아들여 사용하고 있다. IEC 등 국제 표준의 현황과 함께 각국의 표준 및 기준 제정, 운영 현황을 살펴본다.

### 2.1 IEC 표준

태양광발전 부품과 시스템에 관한 국제 표준을 심의, 제정하고 관리하는 국제기구인 IEC의 조직은 다음의 그림4와 같다. IEC의 조직 체계는 조직도에 보인 바와 같이 각 기술별로 기술위원회(Technical Committee, TC)가 운영되고 있으며, 태양광발전 기술은 1981년에 설립된 TC82에서 담당하고 산하에 분야별로 6개의 실무단(Working Group, WG)이 있다[3].

IEC 참여국은 의결권을 가진 회원국(Participating Country)과 의결권이 없는 참관국(Observer Country)으로 나뉜다(표1). 우리나라는 산업자원부

의 기술표준원이 국가를 대표하여 1963년부터 IEC 정회원으로 활동하고 있고, TC82에도 회원국으로 참여하고 있다.

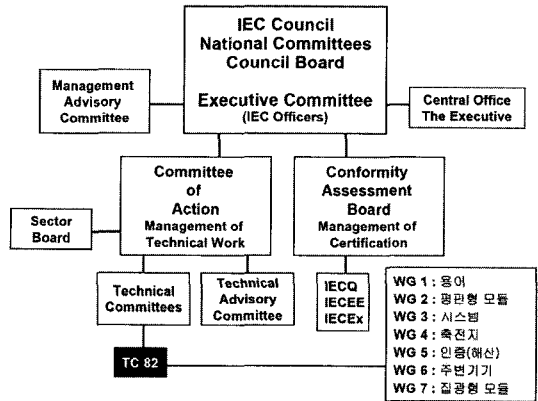


그림 4. IEC의 조직.

### 2.1.1 TC82

TC82의 활동 범위는 태양광발전에 관한 태양일사량의 특성, 태양전지소자, Power Conditioner, 에너지저장, 전력 공급 체계와의 접속, 계통연계장치, 소재, 시스템 자체, 표준품질관리체계, 시험기관 인정절차, 제품 인증과 표시방법 등의 분야에서 국제 표준 제정을 주된 임무로 하고 있다.

TC82의 역할은 태양광발전 기술의 장점을 널리 알리는 동시에 활용을 촉진하고, 또한 신뢰성 높은 제품의 상업화 유도에 필요한 표준(Standard)과 지침(Guide)을 제정하는 것이 TC82의 역할이다. 표준이나 지침은 제품과 기술의 사용자, 전력 회사, 제조자, 시스템 설치/보수 업체, 금융 기관, 규제 담당자 및 기타 태양광발전 기술에 관련되는 사람들이 태양전지 모듈, 소자, 부품 및 시스템의 선정, 평가, 성능 비교, 신뢰성 있는 가속 환경시험과 실시간 평가를 통하여 태양광발전 시스템과 부품의 장기적인 성능의 예측과 평가, 시스템 설치, 시험, 운전과 보수 관리에 필요한 인원과 설비, 및 계통 연계 시스템의 안전 확보, 태양광발전 제품의 수명 기간 동안 자연 환경에 미치는 악영향의 최소화 보장, 모듈, BOS(Balance of System), 부품 및 시스템의 전방위

표 1. IEC/TC 82 회원국.

회원국(22개국)	참관국(11개국)
AUSTRALIA (AU)	BELGIUM (BE)
AUSTRIA (AT)	BRAZIL (BR)
CANADA (CA)	BULGARIA (BG)
CHINA (CN)	FINLAND (FI)
CZECH REPUBLIC (CZ)	HUNGARY (HU)
DENMARK (DK)	NEW ZEALAND (NZ)
FRANCE (FR)	NORWAY (NO)
GERMANY (DE)	POLAND (PL)
INDIA (IN)	SERBIA AND MONTENEGRO (CS)
INDONESIA (ID)	SWEDEN (SE)
ITALY (IT) JAPAN (JP)	UKRAINE (UA)
JAPAN (JP)	
KOREA (REPUBLIC OF) (KR)	
NETHERLANDS (NL)	
PORTUGAL (PT)	
ROMANIA (RO)	
RUSSIAN FEDERATION (RU)	
SOUTH AFRICA (ZA)	
SPAIN (ES)	
SWITZERLAND (CH)	
UNITED KINGDOM (GB)	
UNITED STATES OF AMERICA (US)	

품질 관리 방법론 제공 등에 적용할 수 있도록 한 것이다.

2.1.2 TC82 표준 제정 현황

지금까지 발간 또는 승인된 태양광발전 표준은 모두 29개로, WG별로는 WG1 용어에서 1, WG2 모듈에서 17, WG3 시스템에서 11이며, 대부분 표준 측정 방법에 의한 태양전지 모듈 성능 측정, 결정질 Si 및 박막 태양전지 모듈의 전기·환경·기계적 시험을 통한 품질 시험(Qualification), 설계 측면의 안전, 시스템 안내 지침, 측정 순서에 관한 것이다.

기술 분류 측면에서 WG2 모듈은 기존 전지, 인공 태양, 태양전지 모듈로 세분화였다.

WG2의 비집광형(평판형) 태양전지 모듈은 총 17개의 표준이 발간되었고, 현재 4-5개 표준이 심의, 검토되고 있다. 제정의 최우선 순위는 모듈의 안전, 특히 고압 연계 시스템에 관한 표준이다. 옥외에서 시스템 운전 과정에서 측정한 전류-전압 특성과 표

준 시험조건(Standard Test Conditions, STC)에서 측정된 전류-전압 특성의 비교에 사용되는 수식의 수정과 보완의 필요성이 제기되고 있다.

다양한 태양광발전 기술이 상업화됨에 따라 단순히 발전되는 전력량에 의존하기 보다는 일정 기간 표준 운전 조건에서 생산되는 에너지를 비교할 수 있는 시스템의 개발이 심도 있게 추진되고 있다. 그리고 초기 표준의 대부분은 편의성 측면에서 결정질 Si 태양전지에 한정되었으나, 현재 박막 태양전지를 수용할 수 있도록 보완하고 있다.

2.2 태양전지모듈의 IEC 기술 기준

태양전지 모듈은 옥외에서 장기간 노출되어 사용되기 때문에, 고온, 고습, 염분, 강풍, 모래폭풍, 강설, 강포(우박내림) 등 혹독한 기상조건에서도 특성이 열화하지 않고 동작한다고 해도 자외선에 의한 열화나 변색이 가장 걱정되는 부분이다.

수명으로서 적어도 20년은 필요하고, 가능하면 30년을 기대하고 싶다. 그 때문에, 태양전지 모듈의 규격에 대해서는 IEC를 중심으로 하여 각 국에서도 자체 기술기준을 만들어 운영하고 있다.

그림5는 IEC의 TC82에서 나와 있는 지상용 태양전지 모듈의 품질시험절차를 보여주고 있으며, 표2에서는 태양전지모듈에 대한 IEC규격의 시험조건 및 기술기준 요구항목을 보여주고 있다[4].

PV모듈의 성능평가 및 기술기준에 대해서는 국

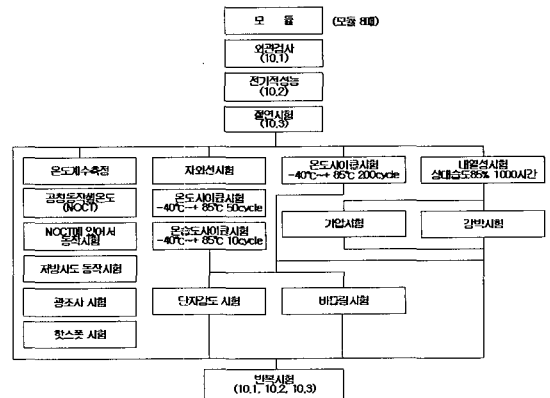


그림 5. IEC규격의 태양전지모듈 품질시험 절차.

제 전기 표준회의(International Electrotechnical Commission : IEC)의 태양광발전시스템 관계의 기술위원회(Technical Committee : TC) TC82의 활동 상황을 면밀히 관찰함으로써 기술동향을 파악할 수 있다. TC82는 현재 7개의 Working Group이 활동하고 있다(그림4).

기준 셀(IEC 60904-4C)은 태양전지 셀 · 모듈의 성

능평가 기본이 되는 중요한 기준(안)이다. 기준 셀의 교정방법으로서는 옥외측정법, 절대분광광도측정법 및 Solar Simulator법이 있지만, IEC/TC82에서는 PWI(Preliminary New Work Item)라고 하는 상태로 규격(안)이 WG2에서도 심의되지 않고 있는 것이 현실이다.

IEC61215는 미국과 유럽에 있어서 모듈 성능평가

표 2. IEC규격의 시험조건 및 기술기준 요구항목.

시험항목	시험조건	판정기준
육안검사	1000 lx이상의 조명에서 검사	모듈외관 : 크랙, 구부러짐, 갈라짐 등이 없는 것, 셀 : 깨짐, 크랙이 없는 것, 셀간 접속 및 다른 접속부분에 결함이 없는 것, 셀과 셀, 셀과 프레임의 터치가 없는 것, 셀과 모듈 끝 부분을 연결하는 기포 또는 박리가 없는 것 등
STC에서의 성능 (발전성능)	IEC60904-9의 기준 태양광 분광방사조도에서의 측정조건 : 셀온도 25±2 ℃, 방사조도 1,000 W/m <sup>2</sup> , AM1.5	정격출력 이상일 것
절연저항시험	상온에서 상대습도 75 % 조건에서, 1,000 V에 최대 시스템 전압의 2배를 합하여 1분간 인가, 시스템 전압이 50V 이하 일 때는 500 V 인가	시험 중 절연파괴나 표면 크랙이 없을 것 절연저항은 50MΩ 이상일 것
온도계수 측정	IEC60904-9에 일치하는 인공태양광원 B등급 이상, 온도정확도 ±0.5 ℃	IEC60891, IEC61215 참조
NOCT에서의 측정	총방사조도 800 W/m <sup>2</sup> , 주위온도 20 ℃, 풍속 1 m/s	NOCT=T <sub>pr</sub> +ΔT <sub>pm</sub> (corrected) IEC61215 참조
NOCT에서의 성능	NOCT에서 IEC60904-3의 기준 태양 분광방사조도에서 800 W/m <sup>2</sup> 의 방사조도	IEC61215 참조
저 방사조도에서의 실행	셀 온도 25 ℃, IEC60904-3의 기준 태양 분광방사조도에서 200 W/m <sup>2</sup> 의 방사조도	IEC61215 참조
옥외 노출 시험	60 kWh/m <sup>2</sup> 의 총 방사조도에서 시험	커다란 시각 결함의 증거가 없을 것, STC에서 최대 출력은 제조업체의 최소 정격 용량을 초과할 것, 절연저항은 초기 측정과 같은 필요조건을 충족시킬 것
열접 내구성시험	최악의 열점조건에서 1,000 W/m <sup>2</sup> 방사조도로 1시간 노출, 30분 간격으로 5회 반복	커다란 시각 결함의 증거가 없을 것, STC에서 최대 출력은 시험 전 값의 -5 %를 초과하지 않을 것, 절연저항은 초기 측정과 같은 필요조건을 충족시킬 것
광조사시험 (UV 시험)	60 ℃±5 ℃의 건조한 조건에서 UV광원 균일도 ±15%, 280~320 nm 파장에서 7.5 kWh/m <sup>2</sup> , 320~400 nm 파장에서 15 kWh/m <sup>2</sup>	
온도사이클 시험	-40±2 ℃~85±2 ℃에서 6시간을 1 cycle로 하여 UV시험 후 50회, 초기 시험 시 200회 반복 시험	
내습성 시험	상대습도 85 %, -40 ℃~85 ℃에서 10회 시험	
내열성 시험	시험온도 85±2 ℃, 상대습도 85±5 %에서 1,000시간 시험	
염수분무시험	IEC61701 기준근거로 하여 IEC68-1, 68-2-11의 조건에서 시험(환경시험에 포함되지 않고 별도의 시험기준으로 제정중)	
단자강도 시험	와이어의 경우 잡아당기는 힘은 모듈의 중량을 넘지 않는 것, 구부리는 시험 10회 반복	
비틀림 시험	모듈의 3막을 동일내로 하고 4번째인 막을 다음식의 양 만큼 변위시킨다.(H=0.021 x √L <sup>2</sup> +W <sup>2</sup> )	
내풍압 시험	전 후면에 1시간 동안 2,400Pa의 일정부하로 인가(풍속 36 m/s에 해당)	
강박 시험	온도 -4±2 ℃에서 저장된 빙구를 1 m 거리에서 빙구크기 25 mm일 경우 11 번 충돌위치에 속도 23 m/s로 충격 시험	

의 인증기준으로서 사용되고 있다. 현재의 규격은 성능측정, 신뢰성 시험 및 기계적 강도시험으로 구성되어 있지만, 신뢰성 시험은 초기불량을 제거하는 것에 불과하다. 따라서 개정에 의해 내구성을 추가하였다.

IEC61730-1, IEC61730-2는 모듈의 안전성에 대하여 장래 국제인증의 기준으로서 사용될 가능성이 크다는 것을 유념할 필요가 있다.

### 3. 국내 태양전지모듈 성능 인증시험 및 판정기준

2004년부터 정부 주도하에 태양광 주택 10만호 보급사업 및 공공건물 의무화 사업의 계기로 국내 태양광발전 보급시장이 활성화되면서, 태양전지모듈 생산업체 및 생산규모가 급격하게 증가하고 있으며, 현재 일본, 미국, 유럽 및 중국, 대만을 비롯하여 수입 모듈도 국내에 많이 보급되고 있는 실정이다.

그러나 아직까지 우리나라에서 태양전지모듈 성능평가 기술 및 기반은 초기단계여서 그동안 국내에 유입되고 있는 수많은 제품에 대해서 정확한 성능 검증을 할 수가 없었다. 따라서 보급사업의 성공적 수행을 위하여 산업자원부에서는 결정질 태양전지모듈에 대한 성능 평가방법 및 기술기준을 작성하여 2006년도부터는 제품의 인증시험이 시행될 예정에 있다.

현재 산업자원부에서 고시하고 있는 결정질 태양전지모듈 기술기준은 아직까지 완벽하지는 않지만, 국제적으로 통용되어 있는 IEC 기준을 참조로 하여 작성되었기 때문에 점차적으로 보완된다면 국제적으로 신뢰할 수 있는 상호인증이 가능할 것으로 판단된다.

국내 결정질 태양전지 모듈에 대한 시험 방법 및 판정기준은 아래의 표3과 같다[5].

태양전지모듈의 내구성 및 신뢰성 평가 방법은 표3의 시험 방법에 따라 시험을 수행하게 되지만, 시험 기준에서 전기적 성능시험을 기본으로 하여 구조검사와 기계적 성능시험 그리고 환경적 성능시험을 수행한 후 최초로 수행된 전기적 성능시험의 결과를 비교하여 판정을 하게 된다.

특히, 태양전지모듈의 전기적 성능시험에 있어서

발전성능시험은 태양전지모듈의 전기적 특성을 평가할 수 있는 가장 중요한 시험이다. 발전성능 시험은 옥외에서의 자연 광원법으로 시험을 해야 하나 기상조건에 따라 조사강도 또는 분광조성이 시간적으로 변화하는 단점이 있어 일반적으로 인공 광원법을 채택하여 시험을 행하고 있으며, A.M1.5, 방사조도  $1 \text{ kW/m}^2$  온도  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  조건에서 기준 셀을 이용하여 시험을 실시하여 태양전지모듈의 개방전압(Voc), 단락전류(Isc), 최대전압(Vmp), 최대전류(Imp), 최대출력(Pmax), 곡선율(FF) 및 효율(Eff)을 확인할 수 있는 시험이다.

태양전지 모듈의 기계적 성능시험에서는 모듈의 단자 또는 단자부가 정상적인 조립 및 작동 시에 받게 될 스트레스에 대한 내성을 갖는지를 확인하기 위한 단자강도시험과 불완전한 구조물에 장착된 태양전지모듈에 야기될 수 있는 결함을 검출하기 위한 비틀림 강도시험, 모듈이 바람, 눈, 고체 또는 여름 부하에 대한 내성 능력을 확인하기 위한 내풍압 시험, 우박덩어리의 충격에 대한 내성을 검증하기 위한 강박시험으로 나눌 수 있으며, 내구성을 시험하기 위하여 전기적 시험, 환경적 시험과 함께 병행하여 시험을 실시하게 된다.

태양전지모듈의 환경적 성능시험에서 가장 중요한 목적은 태양전지모듈을 외부환경에 적응했을 때 최종적으로 전기적인 발전특성이 얼마나 감소하는지를 평가하기 위해서 가혹한 외부환경 분위기 내에 태양전지모듈을 노출시키는 시험이다. 때문에 태양전지모듈의 환경적 성능시험은 각각의 내후성 시험에 대한 성능평가를 수행하기보다는 환경적인 요인을 가혹하게 적용하여 종합적으로 순서시험에 의해 시험을 실시한 후 전기적인 발전특성을 확인 할 수 있는 시험이다.

그림6은 국내 태양전지모듈의 성능 인증시험을 위한 시험 항목별 시퀀스를 보여주고 있다.

### 4. 국내 태양광발전 기술 동향

2004년 국내 태양광 주택보급사업의 시작으로 시범보급사업, 공공건물 의무화 사업 등 태양광 보급사

표 3. 국내 태양전지모듈 성능인증 시험항목 및 판정기준.

시험항목		판정기준
1. 구조적 시험		
1.1 외관검사	셀, Glass, J-Box, 프레임, 접지단자, 출력단자 등 평가(인용규격: IEC61215)	셀의 깨짐이나, 기포, 박리, 접착 등의 문제가 없을 것
1.2 구조 및 재료 검사	제품사양 및 도면 평가(인용규격: KSC 8531)	제품사양 및 도면과 일치할 것
1.3 외형치수 및 무게검사	치수 및 무게 검사(인용규격: KSC 8531)	치수 120 mm미만은 ±1.1 mm, 치수 315 mm미만은 ±1.6 mm, 치수는 1,000 mm미만은 ±2.5 mm, 치수는 1,000 mm미만은 ±4.5 mm, 무게는 공칭무게의 ±5% 이내 일 것
2. 기계적 시험		
2.1 내충압 시험	바람, 눈 및 얼음에 의한 하중에 대한 기계적 내구성 시험 (인용규격: KSC 8530, KSC 8531)	발전성능: 시험 전 값의 95% 이상 일 것, 절연저항: 50 M $\Omega$ 이상, 외관: 두드러진 이상이 없고 표시는 판독할 수 있을 것
2.2 강박 시험	우박의 충격에 대한 태양전지모듈의 기계적 강도 시험 (인용규격: KSC 8530, KSC 8531)	
2.3 단자강도 시험	단자부분이 부착, 배선 또는 사용 중에 가해지는 외력에 대한 강도 시험 (인용규격: KSC 8530, KSC 8531)	
2.4 비틀림 시험	태양전지모듈이 지지체에 부착될 때의 기계적 내구성 시험 (인용규격: KSC 8530, KSC 8531)	
3. 전기적 시험		
3.1 발전성능 시험	개방전압(Voc), 단락전류(Isc), 최대전압(Vmp), 최대전류(Imp), 최대출력(Pmax), 곡선율(FF), 효율(IEff)(인용규격: IEC 60904-1)	Voc, Isc, Vmp, Imp: 공칭값의 ±3% 이내 일 것, Pmax: 정격출력 이상일 것(이때, 출력균일도는 정격출력의 ±3% 이내 일 것)
3.2 절연저항 시험	출력단자와 패널 또는 접지단자 사이의 절연저항 시험(인용규격: IEC 61215)	50 M $\Omega$ 이상 일 것
3.3 내전압 시험	출력단자를 단락하고 동 단자와 프레임 또는 접지 단자 간에 내전압 시험 (인용규격: KSC 8531)	절연파괴 등의 이상이 없을 것
3.4 충격전압 시험	출력단자를 단락하고 동 단자와 프레임 또는 접지 단자 간에 충격전압 특성 시험(인용규격: KSC 8531)	플레시오버 등의 이상의 없을 것
4. 환경적 시험		
4.1 온도사이클 시험	환경온도의 불규칙한 반복에서 구조나 재료간의 열전도나 열팽창률에 의한 스트레스의 내구성 시험(인용규격: IEC 61215)	발전성능: 시험 전 값의 95% 이상일 것, 절연저항: 50 M $\Omega$ 이상, 외 관: 두드러진 이상이 없고 표시는 판독할 수 있을 것
4.2 온습도사이클 시험	고온, 고습, 영하의 저온에서 열팽창률의 차이나 수분의 침입, 확산, 호흡작용 등의 구조나 재료의 영향을 시험(인용규격: IEC 61215)	
4.3 내열성 시험	고온상태의 열적 스트레스의 영향과 재료의 내열성을 시험 (인용규격: KSC 8530)	
4.4 내습성 시험	고온, 고습에서의 접합재료의 밀착력 등의 적성시험(인용규격: IEC 61215)	
4.5 염수분무 시험	모듈의 구성재료 및 패키지의 염수에 대한 내구성 시험(인용규격: KSC 8530)	
4.6 광조사 시험(UV시험)	자외선 노출에서 태양전지모듈 재료의 열화정도 시험(인용규격: IEC 61345)	
4.7 방수 시험	강우에 노출되는 경우의 적성시험(인용규격: KSC 8530)	
4.8 열점 내구성 시험	태양전지 셀의 성능 불균형, 크랙 또는 국부적인 그림자 영향에 의해 발생되는 열점 내구성 시험(인용규격: IEC 61215)	
5. 시퀀스 시험	태양전지모듈의 성능시험 및 평가기준 7.5의 그림 1을 참고하여 시험 (인용규격: KSC 8530)	

업이 현실화되면서, 그 동안 가내수공업 형태의 소규모로 운영되고 있던 국내 태양전지모듈 제조업체는 2004년도를 기점으로 신규 생산업체의 등장과 기

존 생산업체의 설비 증설 등으로 연간 생산규모가 매우 급속도로 증가하고 있다[6].

그림7은 2004년부터 2005년말까지 국내 태양전지

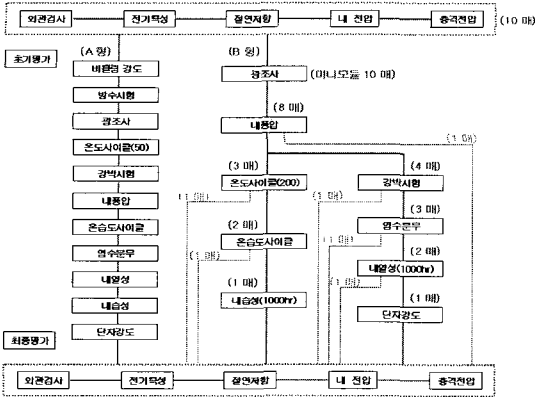


그림 6. 국내 태양전지모듈 성능 인증시험 순서도.

모듈 생산설비의 증가 및 예측을 볼 수 있는데, 그림에서 보여지는바와 같이 2004년 말 태양전지모듈 생산업체 8개 업체에서 연간 총 생산규모는 21 MW로 나타났으며, 2005년 11월 현재 기존 업체의 생산설비 증설 및 신규업체의 설비 구축으로 총 11개 업체에서 87 MW, 2005년말에는 연간 총 117 MW의 생산설비가 구축될 것으로 예상되고 있다.

국내 태양광발전시스템의 시작은 1980년대 무인 등대용 전원, 통신용 전원 등 소규모 독립형 시스템으로 보급이 시작되었으며, 이때, 태양전지를 생산할 수 있는 업체는 LG실트론, 태양전지모듈을 생산

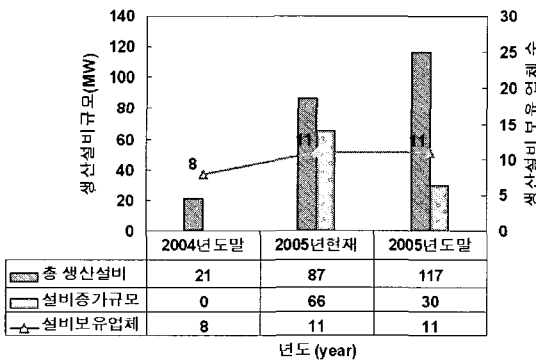


그림 7. 국내 PV모듈 생산업체 및 생산규모.

할 수 있는 업체는 삼성전자와 LG산전 등 가내수공업 형태의 매우 적은 생산라인을 갖추고 있었으나, 실제로 연구설비 수준의 생산라인을 갖추고 있었을 뿐 국내 시장에 크게 활성화 되지는 못하였다.

그림8은 1992년부터 2004년말까지 국내에 설치되어 운영 중에 있는 태양광발전시스템의 누적 설치량 및 연간 설치량을 보여주고 있다. 그림에서 보는바와 같이 2004년말까지 조사된 국내 태양광발전시스템의 총 누적 설치량은 9,358 kW로써, 아직까지 세계 시장에서 매우 미흡한 실적이지만, 태양광 주택 보급사업이 시작된 2004년 한 해 동안 2,921 kW가 설치되어 전년대비 2.8배의 매우 높은 증가추세를 나타내었다.

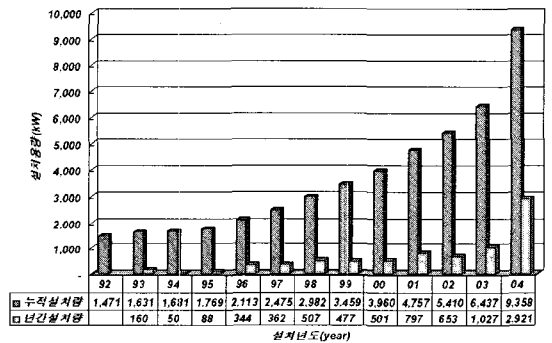


그림 8. 국내 태양광 누적 설치현황(1992~2004).

따라서 국내 시장이 활성화되기 시작한 2004년도부터 우리나라는 태양전지 및 태양전지모듈 생산업체의 생산설비 규모가 급격하게 증가하였고, 앞으로도 계속적으로 증가할 것으로 예상되고 있으나, 아직까지 두드러진 해외 시장 진입은 없다고 볼 수 있다.

그림9는 국내 태양전지모듈 생산업체에서 2005년도 생산 모델로 제조하여 판매하고 있거나 국내 보급사업에 설치되고 있는 태양전지모듈의 단위용량을 보여주고 있다. 그림에서 보여지는바와 같이 국내 태양전지모듈 제조업체에서 현재 가장 많이 생산하고 설치·보급하고 있는 태양전지모듈의 단위용량은 125 mm × 125 mm 태양전지 36매가 직렬로



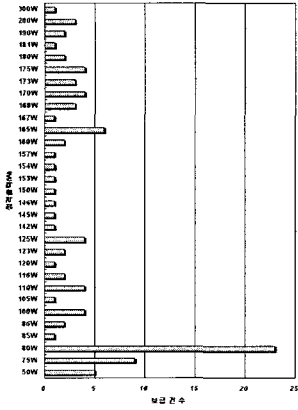


그림 9. 국내 PV모듈 보급 모델 추이.

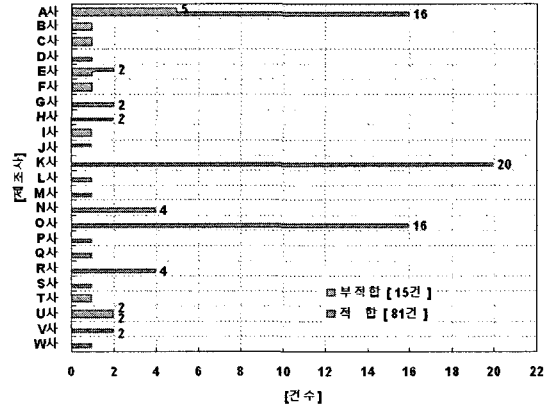


그림 10. 보급사업 참여 업체별 성능시험 의뢰 건수.

연결되어 구성된 75 W급, 80 W급 모델이 주를 이루고 있으며, 6인치, 7인치 태양전지의 등장으로 160 W급 이상의 대용량 모델도 많이 생산 · 보급되고 있는 추세에 있다.

그림10은 2005년도 국내 태양광 보급사업에 실제로 참여하기 위하여 태양전지모듈의 성능시험을 의뢰한 건수를 업체별로 보여주고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이 국내에 설치되고 있는 태양광발전시스템 참여업체는 20개 업체 이상이 참여하고 있으나, 3-4 개 업체를 중심으로 많은 보급사업을 추진하고 있는 것으로 조사되었다.

그림11은 2005년도에 국내에 설치 · 보급된 태양전지모듈을 대상으로 국내 태양전지모듈 성능인증시험 기준에 따라 발전성능시험을 실시한 결과 국산모델 및 수입모델의 성능 적합, 부적합 판정 건수를 보여주고 있다. 그림에서 보는바와 같이 보급모델의 약 60%는 국산 태양전지모듈이 차지하고 있으며, 약 40%는 수입 모델이 차지하고 있다. 또한, 발전성능시험 결과에서 약 84%는 성능 적합 판정을 받았으며, 약 16%는 성능 부적합 판정을 받은 것으로 조사되었다.

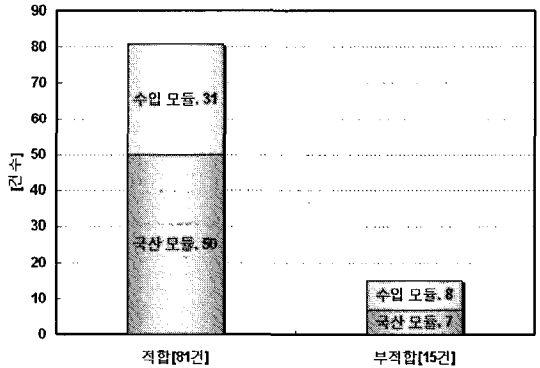


그림 11. 국내 태양광 보급모델의 성능시험 결과.

## 5. 결론

최근 지구환경문제와 화석에너지 고갈 문제로 인

하여 환경친화형 에너지원 및 미래에너지원의 다원화 등의 신 · 재생에너지에 대한 기술개발이 국제적인 이슈로 등장하고 있다.

이러한 배경으로 정부는 1997년 제1차 대체에너지 기술개발 · 보급 기본계획 수정 및 제2차 국가에너지 기본계획 작성으로, 2006년까지 3%, 2011년까지 5%의 신재생에너지를 공급한다는 목표를 설정하고, 태양광을 비롯한 신재생에너지의 보급을 촉진시키기 위해서 산업자원부 산하 에너지관리공단 주도 하에 태양광주택 10만 호 보급사업을 비롯하여 공공건물 의무화 사업, 시범보급사업 및 지역에너지 사업 등이 수행되고 있어, 국내 태양광 산업은 매우

활성화 될 것으로 기대되고 있다.

국내 태양광 시장이 확대되면서, 그동안 수입에만 의존하거나 가내수공업 형태로 제조된 태양전지 모듈 생산규모는 2004년도를 시점으로 매우 증가하여, 2005년 말 현재 연간 약 115 MW의 생산규모를 확보하고 있으며, 신규업체 및 기존 태양전지모듈 제조업체의 설비 증설로 인해 앞으로도 연간 생산량이 계속 증가할 것으로 예측되고 있다.

그러나 국내 태양전지모듈 제조기술은 선진국에 비해 낙후되어 있어 내구성과 신뢰성에 많은 문제점을 내포하고 있으며, 이러한 이유는 태양전지모듈 제조라인의 전문인력 부족 및 제조기술의 중요성을 인식하지 못하고 있기 때문이다.

이러한 배경으로 우리 정부(산업자원부)에서도 신재생에너지기술개발 실용화평가사업의 일환으로 태양광성능평가센터를 지정하여 태양전지모듈의 기술기준을 작성하고 통일적 성능평가시험법을 확립하여, 인증제도 도입에 반영함으로써, 국내 태양전지모듈 제조기술 향상 및 선진국 시장 진입을 위한 기반을 마련하였으며, 태양광 보급사업의 성공적 수행을 위한 기틀을 마련하였다.

우리나라의 반도체, 유리 화학 산업 및 중전기 산업 등 인프라를 고려한다면 우리의 차세대산업으로 태양광발전산업이 충분히 가능성을 가질 것으로 기대되며, 여기에 정부차원의 꾸준한 관심과 적극적인 노력이 계속해서 이어지고 지구 환경 및 에너지에 대한 국민 의식의 고양에 뒷받침이 된다면, 반도체 산업이 세계시장을 석권하였듯이 우리나라의 태양광발전산업도 세계시장을 충분히 석권할 것으로 기대된다.

### 참고 문헌

- [1] 유권종 외, "세계 태양광발전 시장 및 보급 현황", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2005, 7.
- [2] "결정질 태양전지모듈 통일적 성능평가법 확립 및 PV시스템 요소기술기준 기초연구", 한국에너지기술연구원 연구보고서, 산업자원부. 2003. 9.
- [3] "태양광발전시스템 국제 표준 적합성 평가 연구", 한국에너지기술연구원 연구보고서, 산업자원부, 2004.11.

- [4] IEC61215(1993), "Crystalline silicon terrestrial photovoltaic(PV) modules-Design qualification and type approval".
- [5] "결정질 태양전지모듈 기술기준", 산업자원부 고시 2004-135호, 2004.12.
- [6] 강기환 외, "국내 태양전지모듈 제조기술 및 보급현황", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2005.7.

### 저자|약력



성 명 : 강기환

◆ 학 력

- 1991년 대전공업대학 전기공학과 공학사
- 1993년 건국대 대학원 전기공학과 공학석사
- 2005년 건국대 대학원 전기공학과 공학박사

◆ 경 력

· 1987년 - 현 재

한국에너지기술연구원 태양광발전 연구단 선임연구원



성 명 : 유권종

◆ 학 력

- 1982년 조선대 전기공학과 공학사
- 1985년 일본 KOBE대 대학원 전기공학과 공학석사
- 1989년 일본 KOBE대 대학원 전기공학과 공학박사

◆ 경 력

· 1989년 - 1990년

일본 FUJI전기(주) 종합연구소 주임연구원

· 1990년 - 현 재

한국에너지기술연구원 태양광발전 연구단 단장/책임연구원