

건축전기설비기술사 문.제.해.설.

글 / 김세동 (두원공과대학 교수, 공학박사, 기술사 e-mail : kmse@doowon.ac.kr)

태양광 발전의 개념과 특징, 구성, 인버터의 기능, 적용 효과에 대해 설명하시오.

☞ 본 문제를 이해하기 위해서는 스스로 문제를 만들어 답을 써보고 기억을 오래 가져갈 수 있는 아이디어를 기록한다.

| 항 목 | Key Point 및 확인 사항 | 비 고 |
|-----------------|--|-----|
| 가장 중요한 Key Word | 태양광발전 | |
| 관련 이론 및 실무 사항 | <ol style="list-style-type: none"> 태양전지를 본적이 있는지? 인터넷을 통해 찾아보고 원리를 꼭 이해해야 합니다. 태양전지패널을 설치한 가로등, 보안등, 분산형 전원 사용에 대한 적용 방법 전기사업자로부터 전기를 사는 것과 태양광으로 자체 발전할 경우의 경제성 관계 대체에너지 개발 및 이용, 보급 촉진법에 의해서 공공기관을 신축할 경우, 의무적인 대체에너지 설치법 개정 관련 규정도 알고 있나요? 예를 들면, 전기설비기술 기준 제63조(태양전지 모듈 등의 시설) 및 대체에너지개발 및 이용 보급 촉진법, 내선규정(주택용 계통연계형 태양광발전설비의 배선) 등 | |

〈해설〉

1. 태양광발전의 원리와 구성, 특징

1) 원리

태양광발전시스템은 태양으로부터 지상에 내리쬐이는 방사에너지를 태양전지를 통해 직접 전기로 변환해 출력을 얻는 발전방식이다. 그림 1과 같이 P형과 N형을 접합한 실리콘 반도체에 태양광 에너지를 입사시키면 부(-)의 전기와 정(+의) 전기가 발생하고, 부의 전기는 N형 실리콘으로 정의 전기는 P형 실리콘으로 분리되어 전극에 전압이 발생하고, 이것에 외부 부하, 가령 전구를 접속하면 전류가 흘러서 전구가 켜지게 된다.

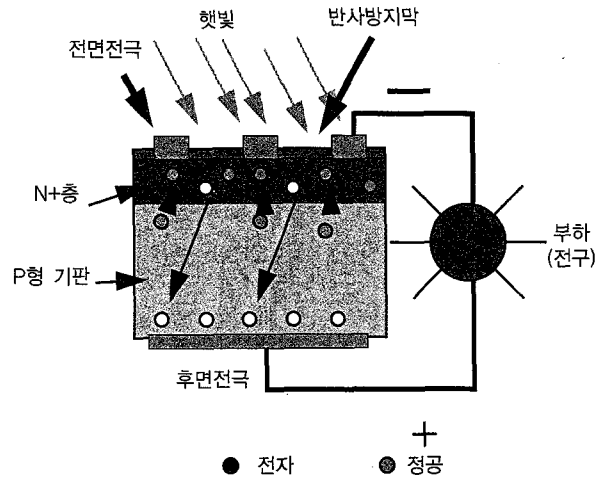


그림 1. 태양광발전의 발전원리

2) 구성

태양전지 집합체와 직류-교류 변환장치(직류 출력을 교류로 변환하는 변환장치), 제어장치, 축전지설비로 구성된다.

3) 특징

① 장점

- 태양에너지원이 무진장이고 깨끗하다.
- 시스템도 단순하고 보수가 용이하다.
- 수용가에 설치하여 분산형 전원으로 적용이 기대된다.

② 단점

- 에너지밀도가 낮다.
- 기상 조건의 영향을 심하게 받게 되며 발전 능력이 저하한다.
- 설치비가 비싸다.

2. 태양전지의 종류

결정 구조에 따라 단결정, 다결정, 비결정질로 구분할 수 있다.

- ① 단결정 : 순도가 높고 결정결합 밀도가 낮은 고품위 재료로서 당연히 높은 효율을 달성할 수는 있으나 가격이 고가이다.
- ② 다결정 : 상대적으로 저렴한 재료를 저렴한 공정으로 처리하여 상용화가 가능한 정도 효율의 전지를 낮은 비용으로 생산 가능하다.
- ③ 비결정질 : 재료 및 제조를 하는데 필요한 에너지를 절감할 수 있고 대폭적으로 가격을 낮출 수 있지만 효율 및 장기 안정성은 떨어진다.

태양전지의 종류별 효율은 다음과 같다.

| 태양전지 재료 | 전지효율(실험실) | 전지효율(양산) | 모듈효율(양산) |
|----------|-----------|----------|----------------------------------|
| 단결정 실리콘 | 20.3% | 16.5% | 14.2% |
| 다결정 실리콘 | 24.0% | 21.5% | Sunpower 18.5%, BP, MSK 16.5% |
| 비결정질 실리콘 | 13.0% | 10.5% | 7.5 |

3. 인버터의 기능과 회로방식

1) 기능

인버터는 태양전지에서 출력된 직류전력을 교류전력으로 변환하고, 사업자용은 전력계통(특고압 22.9kV, 저압 220/380V로 공급)에 역송전하는 장치이며, 태양전지의 성능을 최대로 높게 발생시키기 위한 기능과 기기 이상이나 고장 경우의 보호기능 등을 종합적으로 갖추고 있다. 건축물 등에 적용하는 계통연계형의 경우에는 전력계통에 접속 되는 부하 설비에 전력을 공급하는 장치를 말한다.

2) 회로방식

회로방식에는 여러 가지가 있지만 크게 나누어 상용주파 변압기 절연방식, 고주파 변압기 절연방식, 트랜스리스(Transless)방식 등이 있다.

| 회로방식 | 구성도 | 개요 |
|---------------------|-----|---|
| 상용주파 변압기 절연방식 | | 직류출력을 상용주파의 교류로 변환한 후 변압기로 절연하는 방식 |
| 고주파 변압기 절연방식 | | 직류출력을 고주파의 교류로 변환한 후 소형의 고주파변압기로 절연을 한다. 그 후 일단 직류로 변환하고 재차 상용주파의 교류로 변환하는 방식 |
| 트랜스리스(Transless) 방식 | | 직류출력을 DC-DC컨버터로 승압하고 인버터에서 상용주파의 교류로 변환하는 방식 |

각 회로방식의 장점과 단점을 살펴보면 다음과 같다.

| 구 분 | 상용주파 변압기절연방식 | 고주파 변압기절연방식 | 트랜스리스 방식 |
|-------|--|--|--|
| 장 점 | <ul style="list-style-type: none"> • 주회로와 제어부를 가장 간단히 구성할 수가 있다. • 변압기로 절연이 되어 계통과의 안정성이 확보된다. • 3상 10kW 이상의 인버터에 적용된다. | <ul style="list-style-type: none"> • 계통선과 전기적으로 절연되어 안정성이 높다. • 저주파 절연변압기를 사용하지 않기 때문에 고효율화, 소형 경량화가 가능하다. • 10kW 인버터를 병렬 연결하여 100kW까지 생산 | <ul style="list-style-type: none"> • 저주파 변압기를 사용하지 않기 때문에 고효율, 소형, 경량화에 가장 유리하다. • 시스템 구현에 적합하다. |
| 단 점 | <ul style="list-style-type: none"> • 변압기 때문에 효율이 떨어진다. • 크기와 무게가 커진다. | <ul style="list-style-type: none"> • 많은 파워 소자를 사용하며 구성이 복잡하고 비용이 증가한다. • 직류 전류성분 유출의 우려가 있다. | <ul style="list-style-type: none"> • 안전성 확보를 위해 복잡한 제어가 요구된다. • 직류 전류성분 유출의 우려가 있다. |
| 무게/크기 | 미 흡 | 양 호 | 양 호 |
| 비 용 | 미 흡 | 보 통 | 양 호 |
| 효 율 | 미 흡 | 보 통 | 양 호 |
| 안 정 성 | 양 호 | 보 통 | 미 흡 |
| 회로구성 | 양 호 | 미 흡 | 보 통 |

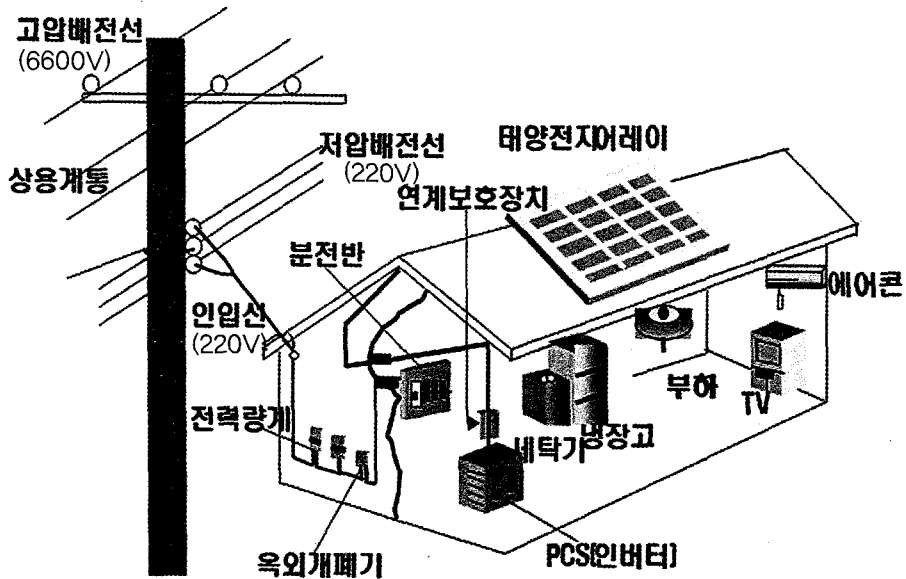


그림 2. 태양광발전 시스템의 구성도

4. 태양광발전 시스템의 종류

그림 2는 태양광발전시스템의 구성도를 나타낸 것이며 종류는 다음과 같다.

- 1) 계통연계형 : 전력회사의 공급선이 들어오는 주택, 빌딩, 대규모 발전시스템에 사용
- 2) 독립시스템 : 등대, 중계소, 도서, 산간, 벽지 등에 사용
- 3) 하이브리드 시스템 : 풍력발전 등 다른 에너지원에 의한 발전방식과 결합된 방식

5. 적용 효과

태양전지 집합체를 전자재와 일체화하여 건물 외벽이나 유휴 공간에 설치하고, 태양전지에서 발생된 전력을 건물 내부의 전원으로 사용하고 있다. 이와 같이 분산형 신전원을 이용하여 상용시에 자체 발전함으로써 수용가의 전력 관리를 도모할 수 있고, 특히 최대수요전력 제어도 가능하며 다음과 같은 효과가 기대된다.

- 1) 최대수요전력을 억제함으로써 부하율 향상이 가능하다.
- 2) 전력용 변압기 시설용량의 여유를 증가시킬 수 있다.
- 3) 전기요금의 기본요금을 절감한다.
- 4) 분산형 발전을 증대시킴으로써 발전소 건설의 비용을 저감시킬 수 있다.

■ 추가 검토 사항

☞ 공학을 잘 하는 사람은 수학적인 사고를 많이 하는 사람이란 것을 잊지 말아야 한다. 본 문제에서 정확하게 이해하지 못하는 것은 관련 문헌을 확인해 보는 습관을 길러야 엔지니어링 사고를 하게 되고, 완벽하게 이해하는 것이 된다는 것을 명심하기 바랍니다. 상기의 문제를 이해하기 위해서는 다음의 사항을 확인바랍니다.

1. 신재생에너지설비의 지원 등에 관한 기준에서 정하고 있는 태양광설비의 시공기준을 확인한다.

가. 태양전지판

- 1) 모 돌 : 인증한 태양전지모듈을 사용하여야 한다.
- 2) 설치 용량 : 사업계획서 상에 제시된 설계용량 이상이어야 하며, 설치 용량은 설계 용량의 3%를 초과하지 않아야 한다.
- 3) 방 위 각 : 그림자의 영향을 받지 않는 정남향 설치를 원칙으로 하되, 건축물의 디자인 등에 부합되도록 현장 여건에 따라 설치할 수 있다.
- 4) 음 영 : 일사량을 저해하는 장애물(전기줄, 피뢰침, 안테나 등 경미한 경우는 제외)로 인한 음영이 1일 5시간 발생하지 않아야 한다.

나. 인버터

- 1) 인증된 제품을 설치하여야 한다.
- 2) 옥내, 옥외용을 구분하여 설치하여야 한다.

○ Electric Power _ 건축전기설비기술사 문제 해설

3) 설치용량 : 정격 용량은 설계용량 이상이어야 하고, 인버터에 연결된 모듈의 정격 용량은 인버터 용량 105% 이내이어야 한다. 각 직렬군의 태양전지 개방 전압은 인버터 입력전압 범위 안에 있어야 한다.

다. 전기 배선

1) 역전류 방지 다이오드

- ① 1대의 인버터에 연결된 태양전지 직렬군이 2병렬 이상일 경우에는 각 직렬군에 역전류 방지다이오드를 별도의 접속함에 설치하여야 한다.
- ② 용량은 모듈 단락전류의 2배 이상이어야 하며, 현장에서 확인할 수 있도록 표시하여야 한다.

2. '대체에너지개발 및 이용 보급 촉진법'에서 정하고 있는 전력거래에 대한 사항도 확인하여야 한다.

이 법에서 규정된 신재생에너지를 이용한 발전사업자로서 당해 발전설비용량이 200kW 이하인 경우 전력시장을 통하지 않고, 전기판매사업자와 전력거래가 가능하도록 정하고 있다.

3. 대체에너지 개발 및 이용, 보급촉진법 제11조(대체에너지사업에의 투자 권고 및 대체에너지 이용의 의무화 등) 제2항(개정 2002. 3. 25)에 의거, 공공기관이 발주하는 연면적 3천㎡ 이상 신축 건축물에 대해서 총 건축공사비의 5% 이상을 대체에너지 설비 설치에 투자하도록 의무화하고 있다. KEA

[참고문헌]

- 1. 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법 제12조 제2항(개정 2008. 3. 14) 및 동법 시행령 제15조 내지 제19조(개정 2008. 9. 10)
- 2. 산자부 고시 제2008-3호 : '설치의무기관의 신·재생에너지설비보급', 2008. 1. 21
- 3. 신재생에너지센터 (<http://www.energy.or.kr>)
- 4. Photo-Voltaic Systems, 한국조명전기설비학회 2009 춘계학술대회 전문워크샵