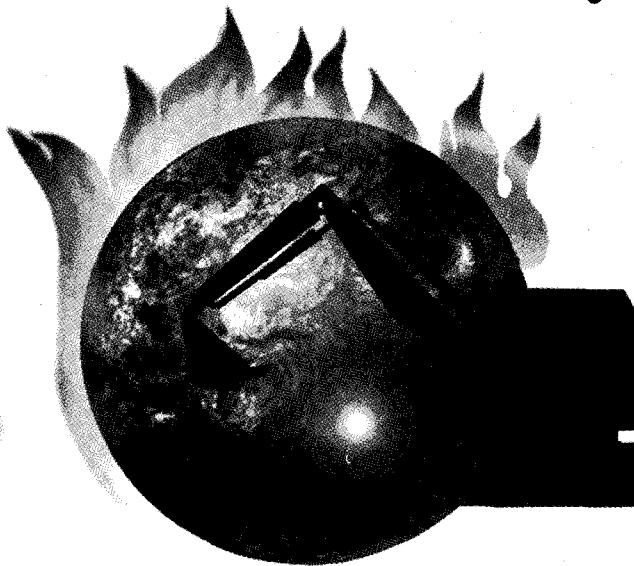


무공해 태양열 에너지란 무엇인가?



1. 태양에너지 이용설비

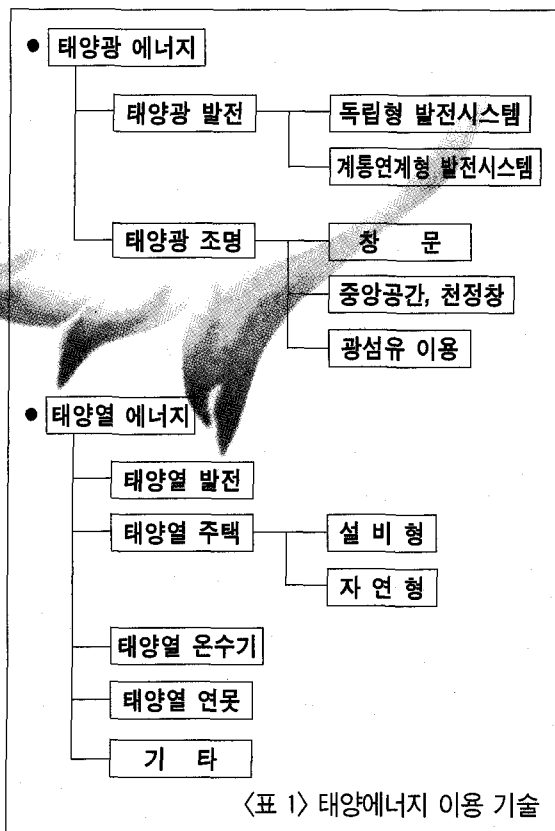
태양에너지를 이용하는 방법에는 열에너지와 광에너지로 이용하는 두가지 방법으로 분류되며 각각의 기술을 대별하면 다음 표1과 같다.

(1) 태양광 발전 기술

가. 개요

최근 대체에너지의 필요성이 부각되면서 태양전지를 이용한 태양광 발전기술이 주목되고 있다.

깨끗하고 무한한 태양에너지의 이용 확대를 통하여 화석에너지의 소비를 저감시킴으로써 지구 환경 보전에 기여하고, 에너지의 대부분을 해외에 의존하여 에너지 구조가 취약한 현상 상황에서 에너지의 안전 확보라는 관점으로 볼 때 태양에너지의 전력변환이용은 전력부하 평준화에 기여가 예상되는 등 장기적인 관점에서 그 역할이 기대되고 있다.



〈표 1〉 태양에너지 이용 기술

이러한 태양광 발전 시스템은 이미 일부 실용화 단계에 있지만, 발전효율의 향상, 저가화 등을 위한 연구개발과 더불어 보급촉진을 위한 정책 등이 활발히 추진되고 있다.

태양광발전시스템은 보통 PV시스템이라고 표현하는 이것은 『Photo-Voltaic』(Photo=빛, Voltaic=발전)의 약자로서 태양광 발전을 의미한다.

또한 실제 발전하는 역할을 하는 부분을 태양전지라고 하는데 영어로 번역하면 『Solar Cell』(Solar=태양, Cell=전지)로 되며, 여기서 전지라는 것은 건전지(Dry Battery) 등의 전력저장의 개념이 아니라 연료전지(Fuel Cell)에서와 같이 에너지 변환기로서의 개념으로서 사용되어지고 있다.

다시말해서 태양으로부터의 빛에너지를 전기로 변환하는 발전기로서 『태양에너지변환기』라고 할 수 있다.

이러한 『태양전지』는 두께가 1~2백 미크론, 크기는 가로, 세로 각각 10~15cm 정도이며, 수십개의 태양전지를 강화 유리 및 알루미늄 프레임으로 밀봉하여 패널화한 것을 『모듈』이라고 하고, 모듈을 필요한 수만큼 가대를 사용하여 설치한 것을 『어레이』라고 한다.

나. 태양광 발전시스템의 특징

지구상에 내리쬐는 태양에너지의 양은 태양 자신이 방사하는 에너지량이 22억분의 1이고 그 에너지량($1.2 \times 10^{14} \text{ kW}$)은 전 인류의 소비에너지량($1.2 \times 10^{10} \text{ kW}$)의 약 1만배 정도로써 태양으로부터의 에너지량이 어느 정도 방대한 지를 쉽게 알 수 있다. 태양광 발전시스템은 이 태양에너지를 전기 에너지로 변환하는 시스템으로서 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

- ◎ 가동부분이 없는 시스템으로 소음, 진동이 없고 수명이 길다.
- ◎ 에너지원은 거의 무한하며 운전비용이 적다.
- ◎ 깨끗한 에너지를 사용하므로 배가스 등의 공해에 대한 염려가 없다.
- ◎ 태양빛이 있으면 어디서나 설치 가능하여 지

역적 한정성이 없다.

- ◎ 발전은 낮시간에 한정되며, 또한 날씨나 계절에 의해 발전량이 변동되지만 축전지를 사용하거나 상용전력과의 계통운전에 의해 효율적인 운전이 가능하다.
- ◎ 발전효율은 규모에 관계없이 일정하지만 대전력을 얻기 위해서는 막대한 부지가 필요하다.

다. 태양광 발전시스템의 구성

1) 기본시스템

태양전지는 태양의 빛에너지를 전기에너지로 변환하는 것이 가능하지만 전기를 저장하는 것은 불가능하다. 이 태양전지를 이용한 전원시스템은 독립형, 계통연계형, 복합형 등으로 크게 구분할 수 있다. 태양전지에 의해 발생하는 전력으로서 부족한 경우에는 축전지 또는 상용전력계통으로부터 부족분을 공급받고, 발생전력이 남는 경우에는 잉여분을 축전지 또는 상용전력계통에 보낸다.

그러나 이러한 시스템은 직류를 교류로 변환하기 위한 직교류변환장치(인버터)가 필요하게 되는 등 약간 시스템 구성이 복잡하게 된다.

이러한 태양광 발전시스템을 설치하기 위해서는 태양전지의 종류, 설치장소의 조건, 지역의 기후조건, 대상부하 등을 충분히 고려하여 가장 최적의 시스템을 선정할 필요가 있다.

2) 시스템 각 구성요소

가. 태양전지

◎ 원리

태양전지는 태양으로부터 지구에 내리쬐는 빛에너지를 흡수하여 전기에너지를 발생시키는 전지이다.

구조는 P형과 N형의 반도체가 접합된 형태이며, 접합된 반도체의 광기전력효과(Photovoltaic effect)를 이용한 것으로서 여기에 빛이 도달되면 빛의 세기에 비례하여 전자(-)와 정공(+)의 쌍이 발생한다.



발생한 전자는 N형 반도체쪽으로 이동하게 되고 각각의 전극에 부하를 접속하면 전류가 흐르며 전력을 생산하게 된다.

◎ 종류 및 특징

태양전지의 종류는 결정질 실리콘(Si) 태양전지, 비정질 실리콘 태양전지, 화합물 반도체 태양전지로 크게 구분할 수 있다.

◎ 결정질 실리콘 태양전지

원자와 이온이 주기적인 규칙에 의해 배열되어 있는 상태를 결정이라 하며 이러한 결정상태의 실리콘으로 만든 태양전지를 말한다.

제조공정은 Ingot제조공정, 기판제조공정, Cell화공정 및 패널조립공정 등으로 되어 있다.

—단결정 실리콘 태양전지

고품질(Electronic Grade)의 실리콘을 이용하여 단결정 Ingot를 만들고, 이것을 얇게 잘라서 Cell을 생산하므로 신뢰성이 높다.

그러나 단결정을 성장시키는 공정 등 제조공정이 복잡하고 고품질의 실리콘을 사용하므로 제조가격이 비싸지만, 전력변환효율은 약 12~15% 수준으로 높으며, 낙도, 등대 등의 전력공급용으로 많이 사용되고 있다.

—다결정 실리콘 태양전지

Casting Ingot 또는 Ribbon Pulling법 등으로부터 생산되며, 구조적으로 Grain Boundary 등이 존재하므로 같은 신뢰성 수준에서 단결정과 비교해 볼 때 효율(10~12%)이 떨어진다.

그러나, 제조공정이 단결정에 비해 간편하고 저급(Off-Grade)의 실리콘의 사용이 가능하므로 저기술, 저장치비, 고생산성 등으로 인해 가격면에서 저렴하다. 따라서 기존 전력공급용으로 단결정이 많이 사용되었으나, 다결정의 공급비율도 점차 늘어나고 있는 추세이다.

◎ 비정질 실리콘 태양전지

결정상태가 아니고 질서가 없는 고체상태의 실

리콘 박막으로 제조된 태양전지이며, 그 특징은 다음과 같다.

—박막으로 제작이 가능하고 실리콘 사용량이 적다

—반응온도가 200~400°C로 낮으므로 제조에 요구되는 에너지가 적다.

—대면적화가 용이하고 pin접합이 연속적으로 동일공정에서 형성된다.

—기판의 종류를 다양하게 사용할 수 있다.

따라서 결정질 실리콘 태양전지에 비하여 대량, 연속생산이 가능하고 저가화가 가능하다. 그러나 효율면에서 결정질 실리콘에 비해 훨씬 떨어지고(약 8%정도) 구조적으로 불안정하여 신뢰성이 낮으므로 수명이 비교적 짧고 사용할 때에 따라 효율이 감소하는 열화현상이 나타난다.

그러므로 고품질(고효율), 대면적, 고신뢰성의 문제를 해결하려는 노력이 계속되고 있으며 생산량도 결정질 실리콘 태양전지 다음으로 점차 증가되어 가고 있다.

◎ 화합물 반도체 태양전지

이종이상의 원소의 화합물에 의한 반도체를 접합하여 제조하는 박막형 태양전지를 말하며, 대표적인 예로는 III-V족의 화합물인 GaAs와 InP, II-IV족의 화합물인 CdTe와 CuInSe₂ 등이 널리 쓰이고 있다.

결정질 실리콘 태양전지에서의 효율향상과 저가화의 한계성을 극복하고자, 실리콘 이외의 박막 태양전지 재료로서 화합물계 반도체를 이용한 연구가 계속 진행되고 있다.

특히 효율이 높고(17~18%, AMO) 박막화가 가능하며, 고온에서도 특성변화가 적고, 방사선에 대한 내구성이 강한 특성 등으로 인해 우주용 전지 등의 특수용으로 사용하고 있으나, 지상용으로 사용하기 위하여 저가, 고효율의 전지개발이 선진국을 중심으로 진행되고 있다.

◎ 특성

태양전지의 출력 특성은 전류-전압(I-V)곡선으로 표시한다. I-V곡선과 저항이 교차하는 점

이 태양전지의 동작점을 표시하고 그때 전류 및 전압은 각각 I_p , V_p 로 된다.

전류전압으로 결정되는 사각의 면적이 제일 큰 동작점이 태양전지의 최대출력을 표시한다. 이러한 태양전지의 I-V특성은 빛의 세기에 의존하게 되며, 빛의 세기의 증감에 따라서 단락전류도 증감한다.

한편 개방전압은 빛이 세기에 거의 영향을 받지 않으며, 따라서 쾌청한 날씨가 아니더라도 발전은 가능한 것을 알 수 있다.

나. 축전지

㉠ 역할

태양전지는 햇빛이 있는 시간에는 일사량에 비례한 전력을 생산하지만 일사량이 적은 때나 야간 등에는 사용전력량을 충분하게 공급하는 것이 불가능하다.

따라서 일사량이 많은 쾌청한 낮시간에 여분의 발생전력을 축전지에 저장하였다가 발생전력이 부족할 때 축전전력을 사용한다.

㉡ 종류 및 특징

일반적으로 연축전지 등이 많이 사용되고 있다. 이와같은 축전지에서는 다음의 성능이 요구되고 있다.

- 자기방전이 작을 것
- 사이클 수명이 길 것
- 과충전, 과방전에 강할 것
- 저코스트
- 에너지밀도가 클 것

㉢ 유의점

연축전지에서는 보수를 필요로 하는 것도 있다. 또한 독립전원용이나 연계형 등의 용도에 따라서 설비용량을 변화할 필요가 있다.

다. 인버터(직교류변환장치)

㉠ 역할

태양전지가 발생하는 전력은 직류전력으로서 현재와 같이 교류 전원에 의해 구동시키는 기기가 많은 상태에서는 직류전력을 교류전력으로 변화하는 것이 필요하게 된다. 이를 위한 장치가 인버터로서 일방향의 극성을 갖는 직류를 싸이리스터 등의 스위칭소자를 사용하여 극성을 교대로 번갈아 변화하여 교류화 한다.

㉡ 유의점

인버터의 성능이나 기능은 시스템 발전량, 피크 부하량, 독립전원용이나 계통연계형 등의 용도, 축전지의 유무 등을 고려하여 결정할 필요가 있다.

라. 계통연계보호장치

㉠ 역할

현재 미국, 일본, 유럽 등지에서는 태양광 발전 시스템으로 발전시킨 전력이 남는 경우 전력회사가 사들이는 제도를 시행하고 있다.

이 경우 전력회사로부터 공급되는 직류전원과 태양광 발전으로 공급되는 전원과를 결합하는 인터페이스로서 계통연계보호장치가 필요하게 된다.

㉡ 유의점

전력회사로부터 공급되는 고품질의 교류전원과 태양광 발전시스템을 연계하기 위해서는 방향별 적산전력 계측과 사고발생을 방지하는 각종 보호기능이 요구되고 있다.

마. 태양광 발전시스템의 종류

태양광 발전시스템은 그 이용형태에 따라 독립형시스템과 계통연계형시스템으로 구분된다.

1) 독립형시스템

태양광발전의 이용형태중에서 현재 가장 일반적인 것으로는 등대나 도서지역과 같이 전력회사의 전력계통이 정비되지 않은 미전화지역에의 이용이라고 볼 수 있다.

이러한 독립분산형 전원은 평균 1일 3시간정도



밖에는 발전할 수 없으므로 발전된 전기를 저장하는 기능이 반드시 필요하게 되어 있다. 또한 발전된 전기는 인버터에 의해 직류를 변환하여 사용하게 된다.

2) 계통연계형시스템

태양광발전을 본격적으로 가능하게 하기 위해서는 전력회사의 전력계통과 접속할 필요가 있다.(이것을 계통연계형이라고 함)

이러한 계통연계형에서는 태양광 발전이 발전하지 않는 시간에는 전력계통으로부터 전력공급을 받을 수 있는 장점이 있다. 또한 태양광 발전으로 잉여전력이 발생하였을 경우에는 전력계통에 거꾸로 흘려보내는 것이 가능하게 된다.(이것을 역조류라고 함)

이와같은 계통연계방식은 전력공급측면에서 보면 태양광발전을 사용자의 전력공급원으로서 사용자가 있는 장소에 설치하였음에도 불구하고 전력계통에 대한 전력공급원으로서도 사용하게 되므로 전력계통으로부터 받은 전력량과 역조류한 전력량이 서로 상쇄되어 효율 100%의 축전장치를 설치비용 없이 사용하는 것과 같은 효과를 갖게 된다.

특히 최근에는 설치비용저감 및 대체에너지에 대한 범국가적인 홍보 및 이용확대 등을 목적으로 소규모 주택의 지붕 및 건물 등에서의 적용이 활발히 추진되고 있다.

일반가정의 경우 필요한 발전규모를 3~5kW로 볼 때 태양전지 설치면적은 약 30~50㎡이 필요하게 된다. 이러한 소규모 주택용 시스템에는 건축자재겸용의 모듈 등이 사용되고 있으며, 세계 각국에서 정책적으로 보급을 추진하고 있는 단계이다.

독일의 경우 1000호의 주택에 1부터 5kW까지의 태양광 발전시스템을 도입하는 1,000roof계획이 추진되고 있고, 이미 2000호 이상에 보급되어 있다.

또한 일본은 주택용 태양광발전시스템 비용의 50%정도를 정부가 보조하고, 주택용 시스템의 보급확대를 위해 모니터사업 등 여러 가지 보급정책을 추진중에 있다.

바. 태양광 발전시스템의 발전량 등 계산법

주택 등에 태양광 발전시스템을 설치하는 경우를 예로 들어서 발전량 등에 대한 간이 계산법을 소개하면 다음과 같다.

현재 실용화되어 있는 결정질 실리콘 태양전지의 효율은 약 12~14%정도이며, 시스템으로서 설치한 경우 모듈 또는 어레이 상태로는 대략 10% 정도 된다. 따라서 일사에너지가 약 1kW/㎡일때 태양광 발전시스템으로는 약 100W/㎡정도 발전하게 된다. 또한 태양광 발전시스템의 발전량은 유효한 일사시간과 시스템 손실 등을 고려하면 시스템 이용율은 12%정도로 된다.

태양광 발전시스템의 설치면적과 연간 발전량은

$$\begin{aligned} \text{설치면적(㎡)} &= \text{시스템규모(kW)} / 0.1(\text{kW/㎡}) \\ \text{연간발전량(kWh)} &= \text{시스템규모(kW)} \times \text{연간일수(365일)} \\ &\quad \times \text{일사시간수(24시간)} \times \text{시스템효율(12\%)} \text{이 된다.} \end{aligned}$$

(2) 태양광 조명

가. 개요

태양광 조명 설비는 태양빛을 채광하여 건물의 지하실 등의 햇빛이 공급되지 않는 곳으로 이동시켜서 조명을 하거나 식물도 재배하는 장치로써 최근에 국내에 보급되고 있는 설비이다.

나. 원리 및 구조

태양광조명설비는 대개(그림1)에 표시된 것과 같이 채광부, 추적제어부, 전송부 및 산광부로 구성되어 있다.

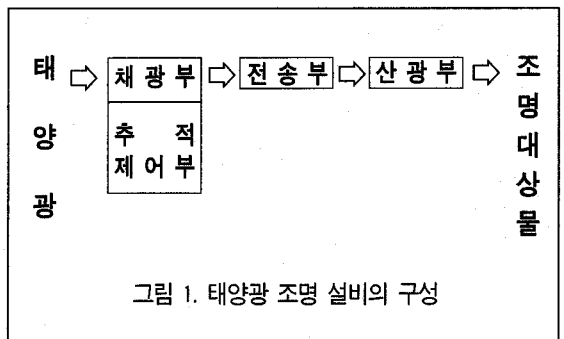
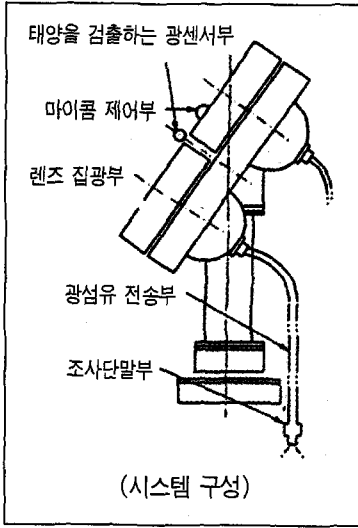


그림 1. 태양광 조명 설비의 구성

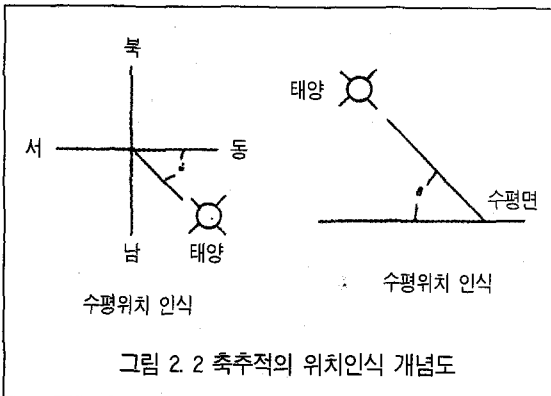


아크릴 중에 수납되어 있는 경우가 많으며 평면경에 의한 비집광방식의 경우는 건물상층부의 Toplight에 거울을 설치하여 맑은 날에는 거울의 반사에 의한 태양광조명을 실시하고 흐린날에는 거울을 수직으로 하여 Toplight로 활용하도록 한다.

2) 추적제어부

추적제어부는 태양의 움직임에 맞추어 채광부를 추적·구동시키는 것으로 그 방식에는 1축추적방식과 2축추적방식이 있지만, 건물에서의 태양광 도입에 관하여는 2축추적방식이 보편적이다.

1축추적은 전체관측에서 쓰이는 용어로서 적도 의식 및 경위의식이라 불리워지는 2개의 방식이 있다. 2축추적은 태양의 위치를 수평방향과 수직 방향의 2개로 나누어서 인식하여 각각을 별도로



1) 채광부

태양의 빛을 받는 채광부는 평면경 등을 써서 채광하는 집광방식과 각종 곡면경이나 렌즈 등의 광학기구를 써서 고밀도화하여 채광하는 집광방식으로 나누어진다. 채광부 본체는 구형 투명

추적하는 것이다.

컴퓨터제어에 의해 태양광을 추적하는 추적·구동의 제어방식으로는 프로그램방식, 센서방식 및 이 2가지 병용방식이 있고, 용도나 사용조건에 따라 선택된다.

프로그램방식은 미리 정해진 프로그램에 따라 추적·구동하는 개루프제어방식이며, 센서 방식은 태양위치 검출센서로부터 감지한 신호에 따라 추적·구동하는 폐루프제어 방식이다. 또한, 병용방식은 프로그램방식과 센서방식이 조합된 방식으로서 맑은날은 센서방식으로 제어하고 우천시나 야간에는 프로그램에 의해 자동으로 작동을 정지하거나 또는 태양의 위치를 계산하여 추적을 계속한다.

추적제어는 태양전지 및 촬상소자를 태양위치 검출센서로 하는 경우가 대부분이며 일반적으로 폐루프제어방식을 쓰고 있다.

촬상소자를 사용한 정밀 추적제어 방식의 개요를 그림 3에 표시하였다.

3) 전송부

전송부에는 공중전송방식과 매질중전송방식이 있다. 공중전송방식은 채광한 태양광을 직접 또는 거울, 렌즈 등으로 조절하여 거울, 반사덕트, 굴절 프리즘 등을 경우하여 조정의 공간에 전송하는 것이다.

한편, 매질중전송방식은 집광장치에서 채광된 고밀도의 빛을 주로 유리섬유나 플라스틱 섬유 또는 석영막대 등의 매질을 통하여 전송하는 것이다.

태양조명설비는 대개의 경우 전송부의 특성에 따라 전체시스템의 특성이 결정되는 경우 전송부의 특성에 따라 전체시스템의 특성이 결정되는 경우가 많으며 태양광조명설비의 종류는 전송부를 기준으로하여 나누는 것이 보편적이다.

4) 산광부

산광부에는 전송부로부터 빛을 직접 또는 거울이나 렌즈 등을 조합하여 용도에 따라 점, 선, 면 사이의 여러 가지 방식으로 산광시키는 광원부분이다.



또한, 날씨가 흐리거나, 야간 등과 같이 태양광에 의한 조도가 저하된 경우는 조도센서를 써서 자동적으로 점등 제어가 가능한 인광광원장치와의 조합도 가능하다.

광출고부에 확산렌즈, 색필터나 보조조명을 취부하면 스포츠조사, 확산조사 뿐만 아

니라 조명광을 적색, 녹색 등의 다양한 색으로 변하게 할 수 있다.

나. 특징 및 효과

1) 특징

- ⓐ 태양광 집광장치는 유해한 성분을 제거시키고 유효성분만을 뽑아내는 장치이다.
- ⓑ 태양광을 광섬유 케이블 내부에서 전면 반사시켜 끌어오기 때문에 실내가 지하실, 식물재배, 하우스 등 태양광을 필요로 하는 어떤 장소에도 자유롭게 이용할 수 있으며 광섬유 케이블의 설치는 전기배선이나 수관 등과 함께 가능하기 때문에 특별한 공간이 필요없으므로 추가비용을 절감할 수 있다.
- ⓒ 태양광의 강약을 임의로 조절이 가능하므로 희망하는 세기의 조도를 얻을 수 있다.
- ⓓ 광케이블의 출광단에 특별한 조사기구를 달지 않아도 케이블 끝에서 약 45도의 퍼짐각으로 방사되므로 그대로 이용할 수 있다.(좁은 장소의 조명에 유효)
또 넓은 면적에 광을 확산시키거나 빔 상태로 축소시켜 용도에 따라 자유로이 조명할 수 있다.
- ⓔ 일반 태양광은 위에서 아래로 조사되나, 태양광집광 장치는 광섬유 케이블을 사용하여 측면, 하부, 국부 등의 임의의 방향에서 조사가 가능하다.

2) 효과

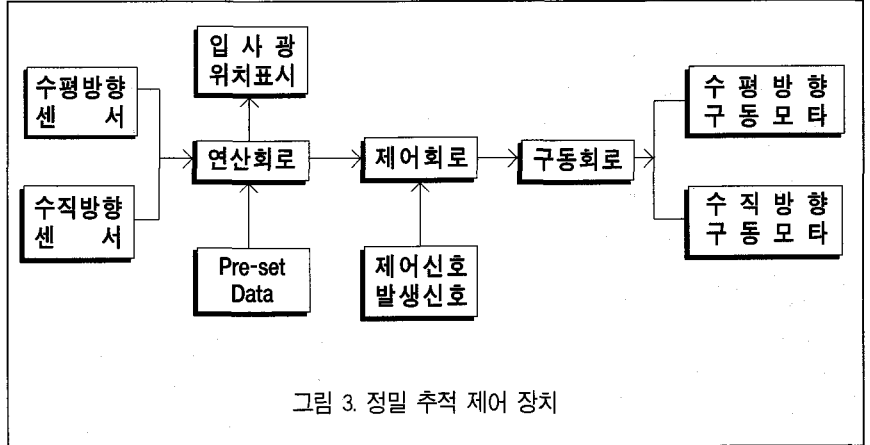


그림 3. 정밀 추적 제어 장치

- ⓐ 채광범위확대 : 지하실, 복층공간 등의 채광
- ⓑ 자연색 표현 : 자연 그대로의 색감을 표현
- ⓒ 변·퇴색 방지 : 자외선 제거로 전시·진열품의 변·퇴색방지
- ⓓ 조명효과 : 피조면의 생동감 있는 조명 연출
- ⓔ 실내원예 : 자연광 조사로 생육증진 및 수확률 증가
- ⓕ 실내화원 : 자연환경 유지로 화초의 낙화방지
- ⓖ 구조관 : 관상어의 자외선에 의한 퇴색방지, 진정작용
- ⓗ 양식장 : 클로렐라의 고속배양에 의한 풍부한 먹이 공급

(3) 태양열 발전

태양에너지는 열 기관을 이용하여 기계적인 에너지로 전환이 가능하며 이로부터 펌프를 작동시켜 양수를 한다든가 발전기를 돌려 전기를 얻는 등 여러 가지로 활용 할 수 있다. 이때 열 매체가 되는 물질에 따라 그 작동 온도가 달라지는데 수증기, 공기 등은 그 작동 온도가 높아 집광 집열기를 사용해야 하고 프레온 같은 열 매체는 평판 집열기에서 얻는 온도로도 작동이 가능하다.

태양열 발전 시스템은 크게 나누어 집광계, 흡열계, 축열계 및 발전계로 나눌 수 있다.

- ① 집광계 : 집광계는 흡열계에서 고온을 얻을 수 있도록 빛을 모아주는 것으로 규모가 큰 집광기를 사용한다. 솔라 타워가 한 예이다.

- ② 흡열계 : 들어오는 빛은 투과시키고 흡열면에서 발산되는 열은 투과시키지 않는 선택 투과 빛과 흡열면, 흡열된 열을 전달하는 열 매체로 이루어진다.
 - ③ 축열계 : 축열 장치는 용량이 큰 단열 용기와 축열 매체로 이루어져 있는데 축열 매체는 비열과 용해열이 커야 하고 사용 온도에 맞는 용점을 가져야 한다. hydrocarbon oil의 경우 300°C 미만에서 축열할 수 있고 무기염은 200~500°C 범위에서 축열할 수 있다.
 - ④ 발전계 : 흡열계 및 축열계에서 얻어진 열은 작동 유체에 공급되어 발전계에서 발전을 하게 된다. 가장 많이 쓰이는 것이 수증기 터빈으로서 열 매체가 물이면 직접 공급되거나 혹은 다른 열 매체로부터 열교환되어 공급된다.
- 태양열 발전은 솔라 타워형 시스템을 이용함이 보통이며 대표적 개략도는 그림 4와 같다. 헬리오

스타트(heliostat)에서 반사된 태양빛은 지상 100~300m 높이의 탑상부에 있는 집광 집열 장치(Receiver)에 집광되어 수증기를 발생한다. 집광비는 200~1,000이 가능하며 1000°C 정도의 고온 증기를 발생시킬 수 있다. 이 수증기를 종래 터빈 발전기로 발전을 하든가 축열을 하게 된다.

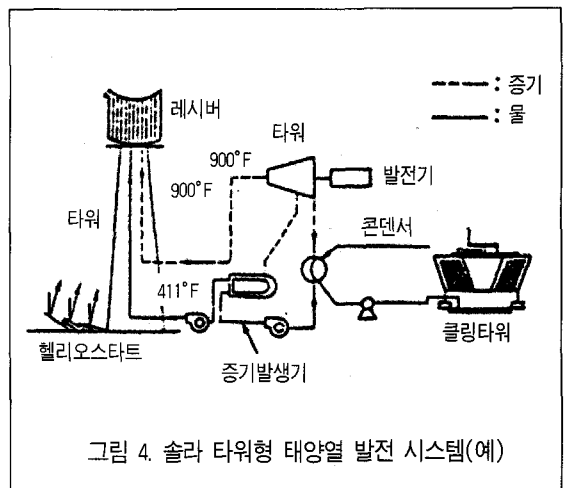
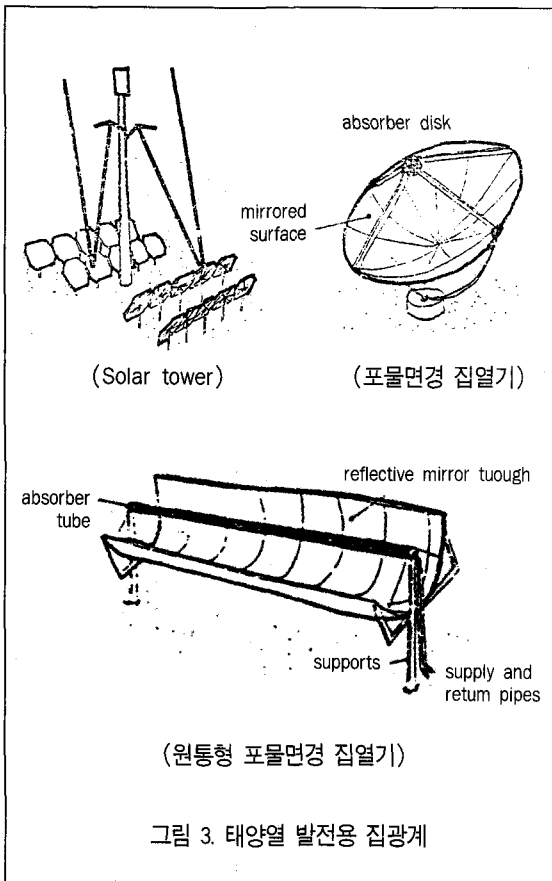
태양열 발전소의 용량은 헬리오스타트의 수 및 면적에 의하여 결정되는데 실험적인 소규모에서 미국 캘리포니아 주 바스토의 10,000kW 용량의 발전소가 건설되어 가동 중이다.

(4) 태양열 주택

태양열 주택은 초기(1970-1980)에 미국과 프랑스에서 대유행을 했고 심지어는 파리의 공공건물 미국의 햄버거샵에도 태양열 주택이 돌면서 미국의 태양열 붐은 70년대 석유파동을 타고 큰 붐을 탔던 적이 있다. 지금도 소년들의 체육시설 등이 태양열로 가동되는 곳도 있다. 우리나라도 1980년 초기에 정부유자를 주는 바람에 한때 과열 분위기로 많은 태양열 주택이 건립되었으나 겨울 동파문제와 부실 시공 등으로 많은 문제점을 낳자 더 이상의 실용화는 되지 않고 있다.

가. 설비형 태양열 주택

설비형 태양열 주택의 원리는 평판형 집열기를 남측벽이나 지붕에 얹어서 다량의 태양에너지를





물이나 다른 열매체에 저장한 다음 밤에 또는 필요시에 순환시켜 활용하는 방법을 사용한다. 이러한 설비형 태양열 주택은 다음장에서 상세히 설명할 것이어서 여기는 생략하기로 한다.

나. 자연형 태양열 주택

자연형 태양열 주택의 종류는 난방 시스템의 유형에 따라 구분된다.

(a) 직접 획득형

남향면의 집열창(集熱窓, glazing)을 통하여 겨울철에 많은 양의 태양 에너지가 실내로 들어오게 설계한 형태이다. 실내 바닥이나 벽에 열에너지로 태양 에너지를 저장하며 야간이나 흐린 날에 난방에 이용한다. 실내의 난방이 태양의 직사광에 의하여 직접적으로 이루어지는 방식이다.

(b) 간접 획득형

태양의 열에너지를 별도의 구조물 벽이나 물벽에 축열한 다음 자연 순환에 의해 실내의 난방 효과를 얻도록 한 방식이다. 즉, 태양과 실내 난방 공간 사이에 집열창을 바로 앞에 둔 축열벽을 설치하여 주간에 집열된 태양열이 서서히 방출되도록 설계한 것으로 실내 난방은 태양에너지의 간접 이용으로 이루어진다. 간접 획득형의 대표적인 예

로는 트롬벽(trombe wall)과 물벽(water wall) 시스템을 비롯하여 지붕수조(roof pond) 혹은 부착형 온식(attached greenhouse) 시스템 등이 있다.

(c) 분리 획득형

집열부 및 축열부를 이용부, 즉 실내 난방 공간과 격리시킨 방식을 말한다. 이 방식은 실내로부터 떨어져 있거나 단열된 집열부를 두고 난방이 필요할 때 독립된 대류 작용에 의하여 그 효과를 얻도록 한 것이다. 간접 획득형의 트롬벽의 안쪽 부분을 단열하게 되면 이것도 분리 획득형이 된다. 그러나 실제 건축에서는 이상의 세 가지 방식을 적당히 조합하여 사용하는 경우가 상례이다.

자연형 태양열 주택의 위치는 가능한 한 대지의 북쪽에 정함으로써 주위의 건물이나 자연 장애물에 의한 태양광의 차단을 피하고 주택 자체는 정남향으로 축조하여 동서를 축으로 길게 연장시켜 줌으로써 겨울철에 최대한의 일조를 받도록 하는 것이 좋다.

아울러 여름철 냉방 효과도 거둘 수 있도록 자연 냉방(passive cooling) 개념의 도입 활용이 병행되어야만 한다.

(5) 태양 연못(Solar pond)

태양 연못(Solar pond)의 대단히 오래이어서

Kalecsinsky가 헝가리의 자연 호수에서 호수 바닥에 용해된 염분에 의하여 하부층으로 갈수록 농도가 높은 농도구배(濃度勾配)가 자연적으로 형성되어 그 대류 억제 작용에 의하여 깊이 1.3m에서 수온이 70°C까지 보유될 수 있었던 것이 1902년에 발표되었으며, 이것이 태양연못의 시작이라 할 수 있다.

그림 5는 염수 태양 연못의 원리도이다. 연못의 넓이는 통상, 수 100~1,000㎡로서 깊이는 3m 정도이다. 도시하는 바와 같이 태양연못은 보통 세계의 층

유형	장점	단점
직접획득형	<ul style="list-style-type: none"> 가장 간단한 형태이다. 저렴하다. 	<ul style="list-style-type: none"> 실내온도 변화폭이 비교적 크다. 축열면적이 넓어야 한다. 자외선에 의한 가구류의 손상이 있을 수 있다.
트롬 벽	<ul style="list-style-type: none"> 가장 진보된 기술이다. 실내온도 변화폭이 작다. 축열벽의 두께를 임의로 선택할 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> 남향면으로 시야가 축소된다.
부착형온실	<ul style="list-style-type: none"> 실내온도 변화폭이 매우 작다. 온실의 유효공간을 활용할 수 있다. 효율이 높다. 	<ul style="list-style-type: none"> 온실 면적이 추가로 필요하다.
지붕연못	<ul style="list-style-type: none"> 더울고 건조한 지방에 적합하다. 여름철 냉방효과가 크다. 	<ul style="list-style-type: none"> 고가이다.

표 1. 유형별 자연형 태양열 시스템의 장단점

(lager)으로 나누어지는데 염수의 밀도에 따라 맨 위층은 밀도가 0~5%인 자연대류층, 중간층은 밀도가 포화 상태인 23% 정도에 이르기까지 약 1m 깊이에 걸쳐 구배(gradient)되어 비대류 특성을 갖는 단열층(斷熱層), 그리고 맨 아래층은 포화되어 있는 대류층으로서 이 층에서 축적을 한다. 바닥으로 도달하는 일사 에너지에 의하여 일단 상당한 부피에 온도 구배(temperature gradient)를 형성하게 되지만, 이 온도 구배는 소금물의 밀도 구배가 안정할 수 있는 조건을 초과하기 때문에 자연히 대류가 일어나게 된다. 또한 바닥층은 바로 위에 형성되어 있는 비대류층으로 인하여 외부, 즉 상단으로부터 열적으로 차단되기 때문에 열저장층(storage lager)이라고도 부른다. 따라서 저장층은 태양 에너지를 받아 우리에게 열원을 제공해 주게 되며, 그 깊이와 면적을 조절함으로써 보다 효과적인 운영을 가능케 한다.

연못의 표면층이 대류 작용을 하는 것은 외부(대기) 환경에 노출되어 있기 때문에 바람이 일어난다거나 기타 다른 여러 가지 원인, 즉 비나 눈이 올 경우의 혼합현상과 물결 현상 등으로 불안정한 상태가 발생하기 때문이다. 이 경우 표면층이 두꺼울 경우(대략 30cm이상) 전체 시스템의 깊이에 영향을 주게 되기 때문에 일사에너지의 침투율과 관련, 시스템의 효율 저하를 야기시키게 된다.

이렇게 세 개의 층으로 나누어져 있는 태양 연못은 온도 분포가 층별로 상이하게 형성된다. 즉, 상하 대류층은 전두께(깊이)의 일정한 값을 가지게 되지만, 대류 작용이 없는 중간층은 깊이가 깊

어질수록 밀도와 함께 온도도 층화되어 구배를 이루고 있다.

2 한국의 태양에너지 이용전망

우리나라에서 태양에너지를 이용한 것은 이땅에 인간이 존재하면서부터라고 해도 과언이 아닐 것이다. 그러나 기계적 설비를 설치하여 인간이 필요시에 이용할 수 있게 된 것은 불과 약 20~30년 전부터라고 보는 것이 좋겠다.

태양에너지의 이용이 활발하게 된 것은 석유파동의 결과로 대체에너지의 이용이 대두되면서부터이고, 산업의 각 분야에서 태양에너지가 이용되고 있다.

(1) 농수산업

농업은 사실상 태양에너지로 이루어 가는 산업이다. 따라서 일사량이 부족하면 그해 농사는 보잘것 없이 된다. 현재까지는 인위적으로 태양빛을 만들어서까지 농업에 이용할 수는 없고 태양 일사량에만 의존한다. 다만 겨울철 또는 이른 봄과 늦가을에 비닐 하우스 등을 이용하여 농산물 증산에 큰 도움을 받고 있다.

비닐하우스에는 비닐하우스 실내 온도를 햇빛이 있는 주간에는 태양에너지 이용하여 가온을 하고 야간에는 연탄이나 보일러를 가동하여 실내의 공기를 식물이 잘 지낼 수 있는 온도로 유지시켜서 겨울에도 농사를 지어왔다.

그러나 최근에는 실내공기뿐만 아니라 식물의 뿌리가 있는 땅속에도 가온을 하여, 한겨울에도 봄 여름과 다름없는 농사를 짓고 있으며, 이때 땅속의 온도를 높여주는 열원으로 태양에너지를 이용하는 방식을 많이 채택하고 있다.

수산업에 이용하는 것은 양어장에 온수를 적당히 공급해서 겨울철에도 양식이 가능하도록 하고 이른 봄과 늦은 가을에도 여름의 성장속도를 촉진하는 등의 효과를 거두고 있다. 겨울이 상당히 긴 우리나라의 양어장은 수온을 적당히 유지하면 상당한 수익성이 따라온다는 결과를 보고 있다.

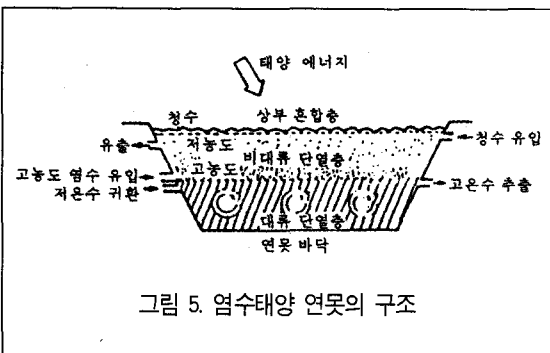


그림 5. 염수태양 연못의 구조



최근에는 양만장에 태양열집열기를 이용한 온수 공급 시설을 도입하여 어촌의 수입 증대에 도움이 되고 있다.

(2) 주택난방

옛날부터 우리나라는 동대문에 남향이라고 해서 태양열과 바람을 이용하는 집을 짓는 오랜동안의 전통을 가지고 있다.

요즘은 좀 더 적극적 연구가 시행되어 건축설계가 많이 달라지고 소위 자연형 주택과 설비형 주택으로 구분되어 태양열 주택이 생기게 되었고 그 연구결과 실용성도 무시 못하게 되었다.

즉 자연형 주택은 설계기법만 잘 활용하면 커다란 건축비의 추가가 없어도 활용할 수 있어 앞으로 주택구조의 변환이 예상되기도 한다. 그러나 최근에 아파트 등의 공동주택의 보급이 늘어나고, 이러한 주택은 베란다를 설치하고 여기에 유리창을 도입함에 따라 간이 자연형 주택의 기능을 가짐으로 하여 실질적으로 자연형 태양열 주택의 보급은 중단된 것으로 보아도 큰무리는 아닌것 같다.

설비형 주택은 기술의 문제보다는 우리나라 주택에서 기계부품에 대한 주부들의 상식부족으로 관리능력부족이 드러나고 있으며, 또 가격면에서도 아직은 두드러지게 이익이 나지않기 때문에 소강상태이다.

그러나 국민 생활수준의 향상과 더불어 온수의 사용이 늘어나면서, 태양열 온수기(가정용)의 보급이 최근 3~4년간 급격히 늘어나고 있다. 이러한 가정용 태양열 온수기는 지붕에 설치가 가능하여 별도의 설치면적을 요하지 않으며, 또한 부조 시에는 심야 전력을 사용하며 제품가격이 크게 비싸지 않고 정부의 저리 융자금을 활용할 수 있는 장점이 있어 보급량이 지속적으로 늘어나고 있다.

(3) 전기에너지

태양에너지를 이용하여 전기를 발생시키는 방법 중 태양전지를 사용한 태양광 발전소는 앞으로 낙도나 산간오지의 전력 공급용으로 사용될 전망이 매우 높으나, 태양열 발전은 초기 투자비가 매우

클 것으로 예상되어 우리나라의 경우 보급은 상당히 어려울 것으로 보인다.

(4) 공정열

저온열을 많이 이용하는 공정이 있을 경우 또는 염료공장과 같은 화학공정에서 온수가 많이 사용되는 공정에서는 나름대로 태양열의 공급으로 가능할 수 있고 또는 보조열원으로 활용해도 큰 도움이 될 수 있을 것으로 보인다.

가령 큰 마당에 태양열 연못을 만들어 열을 저장하고 그것을 활용하는 방법도 꽤 재미나는 효과를 얻을 수 있을 것이다. 또는 옥상을 축열장소로 상용하고 다량의 고온유체를 이용하여 저장된 열을 공정열에 활용할 수 있을 것이다.

(5) 기타 등 화학적 에너지

태양 에너지를 이용하여 바닷물을 전기분해하여 수소를 제조하면 수소를 연료로 사용할 수 있어 무공해 연료생산이 가능하다.

수소를 만드는 방법도 태양에너지를 전기에너지로 바꾼 다음 물을 전기분해하는 방법과 태양 에너지를 직접 특수 금속 산화물에 쬐여 전기 발생과 더불어 불이 분해되도록 하는 방법 등이 연구되어 큰 관심이 일어나고 있다.

수소이외에도 광합성에 의한 여러 가지 화합물이 이루어지는 과정을 연구하고 있고 가장 근본적인 광합성은 물과 탄산가스로부터 구르코스를 합성하고 결국 전분, 당분 등이 이루어지는 과정으로 간다면 인류는 아마 더 이상 땅에서 농사를 짓지 않아도 되는 날이 올 수도 있을 것이다.

우리나라에서 태양에너지를 이용하여 여러 가지 활용성이 있음을 간파하고 대체에너지 개발촉진법에서도 가장 중요하게 다루고 있으며 앞으로 그 개발현상이 관심 거리가 되고 있다.

우리나라에 우수한 연구개발 두뇌가 있는 한 태양에너지의 개발이 꾸준히 이루어질 것이고, 우리나라에서 개발된 것은 세계 어디서도 활용할 수 있기 때문에 태양에너지에 대한 연구개발은 명실공히 국제적 사업을 위한 터전을 마련하는 셈이다.