

[총설] 태양에너지
Solar Energy
Vol.18. No.2, 1998

산업용 고효율 태양열집열기 개발 필요성

곽 희 열

선임연구원/공학박사 대체에너지연구부 한국에너지기술연구소

Status of High-Efficiency Solar Collector for Industrial Utilization

Hee Youl Kwak

Korea institute of Energy Research

요약

국내 소비 에너지 사용량의 약 97%를 수입에 의존하고 있고, 지구온난화와 관련된 환경문제가 심각하게 대두되고 있는 실정이다. 또한 우리나라 에너지 부문별 소비형태에서 47%를 차지하는 산업용의 에너지 소비는 대부분 유류에 의존하고 있고, 그 중에서도 제조부분의 소비가 91.5%로 나타나고 있어, 이 부분에 대체에너지원의 개발, 대체 시스템의 적용이 절실히 요구되고 있다.

우리 나라에서도 국가적 에너지 절약과 쾌적한 주거환경 및 생활의 편리함을 위해 기존 화석 에너지로부터 무공해 청정에너지(Clean Energy)로 그 사용형태가 바뀌어 가는 지금 그 양과 질적인 면에서 무한정이고 무공해인 대체 에너지원으로서의 태양에너지는 다양한 이용분야가 개발되어 실용화되고 있다. 국낸의 경우 대표적으로 평판형 태양열집열기를 이용한 온수급탕 시스템을 들 수 있고, 냉난방, 산업공정열 및 태양열 발전 분야에 대한 실용화 및 타당성 연구가 활발히 진행되고 있다.

따라서 본 고에서는 태양열 시스템의 중요한 구성요소인 고효율 집열기술에서 산업용 응용(70~150°C)에 적합한 것으로 기대되는 진공유리관형 태양열집열기, 국내·외 기술개발 동향과 산업공정열의 대체 가능성에 대하여 기술하였다.

Abstracts

Solar energy is a quantitatively unlimited, clean and non-pollutant source. It has a great potential for industrial commercial usages. For example, solar hot water system for domestic usage has been very popular in many counties.

In Korea, the industries consume 47.7% of the total national energy, and the manufacturing sector uses 91.5% out of it. The main energy resoures available in Korea are oils, coals, and gases. There have been continuous efforts among the industries to reduce such energy consumptions by using alternative energy resources, such as solar energy, yet the technology has limited its proper applications to a level of satisfaction. In some advanced countries, research and development programs in solar energy applicable to the industrial usages are very active, and some systems are in the commercial market.

Therefore, this paper describes the status and the feasibility for high-efficiency evacuated solar collector which was anticipated to applied for industrial process heat as an alternative of fossil energy.

1. 서론

산업화 시대에 필요한 동력수요는 급증하고 있는 반면, 에너지원은 한정되어 있으며, 특히 국내 에너지 수급은 대부분 수입에 의존

하고 있으며, 에너지의 해외 의존도 및 석유 의존도가 점차 증가 추세로 '96년도 통계에 의하면 총에너지 사용량의 97% 이상이 수입에 의존하고 있는 실정이다.

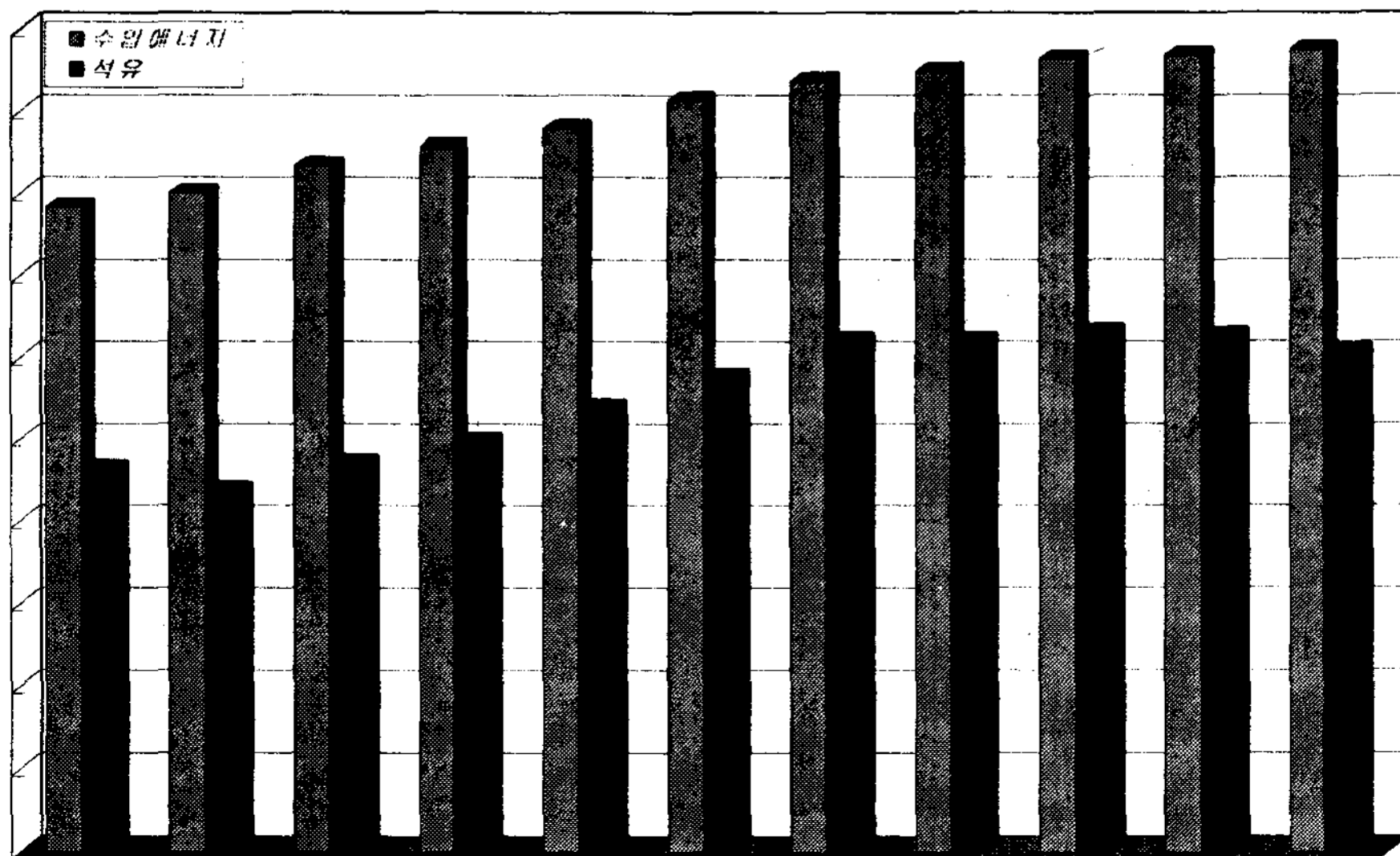


그림 1. 연도별 수입에너지 및 석유 의존도

또한 지구 환경문제와 관련하여 지구 온난화의 원인 중 화석연료(화석에너지의 단위열량당 CO₂발생량은 석탄 0.098g/kcal, 석유 0.079g/kcal, 천연가스 0.056g/kcal)에 따른 영향이 55% 이상을 차지하고 있으며, 특히 이 중에서 화석연료에서 발생하는 이산화탄소에 의한 지구온난화 현상(지구 온난화에 대한 온실가스의 기여도 CO₂ 55%, CFC-11 17%, CFC-12 7%, CH₄ 15%, N₂O 6%)이 가장 심각하다고 할 수 있다. 지구환경 보호차원의 국제 기후협약과 관련하여 '97년에 OECD에 가입됨으로서 우리나라도 조만간 에너지사용량의 규제를 적용 받을 것이 확실함으로 이에 대한 적극적 대처가 시급한 상황이다.

한편, 우리나라 에너지 소비구조는 산업용, 수송용, 가정용으로 분류되며, 이 중에서 산업용이 약 47%에 달하고 있다. 국내의 산업분야 에너지 소비억제를 위한 노력은 고효율기기 개발 등과 같은 절약정책 위주로 추진되어 왔으나 이러한 기술의 적용효과는 궁극적으로 한계가 있다. 따라서 높은 에너지 해외의존도 및 지구환경 문제를 동시에 해결할 수 있는 보다 적극적인 해결방법의 하나로 우리 주위에 무궁무진한 청정 자연에너지를 이용하는 대체에너지 개발기술이며, 산업 공정열 분야에 대체에너지로서 잠재력이 큰 태양에너지의 이용효율 증대를 통해 막대한 양의 에너지절감 및 환경보호 효과를 기대할 수 있다.

이러한 문제들의 해결의 일환으로 세계 각국에서는 에너지 절약 기술과 아울러 대체에너지의 개발에 중단없는 노력을 경주하고 있다. 따라서 우리나라에서도 국제 유가안정화 등의 호재를 충분히 이용하여 외국의 발달된 기술력과 대등한 수준까지 우리의 대체에너지 기술 개발의 강도를 늦추어서는 안될 것이다.

따라서 앞으로 점점 늘어만 가는 우리나라의 에너지 수급 전망은 대체에너지원 중에서 단기간의 개발에 의해서 실용화가 가능한 분야는 대체에너지를 적극 활용하고, 화석연료인 석탄과 석유는 필수 불가결한 용도로 제한해야 할 것이다. 이러한 측면에서 에너지 소비가 가장 큰 산업용 분야에서의 태양열 이용 기술 및 보급을 위해서는 중·고온에서 고효율을 유지하는 태양열시스템의 기술개발이 절대적으로 요구된다고 할 수 있다.

본 고에서는 태양열 시스템의 중요한 구성요소 중에서 고효율 집열기술에 대해서 기술하고자 한다. 특히 우리나라의 경우 산업용 응용(70~150°C)에 적합할 것으로 기대되는 진공기술을 응용한 태양열 집열기, 국내외 기술개발 동향과 산업공정열의 대체 가능성에 대하여 기술하고자 한다.

2. 본 론

장래 대체에너지원이 될 수 있는 제약조건으로서

- 현재의 수용량과 비교해서 양적으로 현저하게 풍부해야한다.
- 공해가 적고 청정(clean)해야한다.
- 앞으로 기술개발을 통하여 경제성이 확보되어야 한다 등을 들 수 있다. 이것들의 조건에 부합하는 대체에너지 자원의 하나로서 태양에너지를 고려할 수 있다.

태양에너지는 기존의 에너지 자원과 달리 대기오염, 방사능오염이 전혀 없는 청정 에너지라는 점에서 대단히 괴력이 있는 에너지원이라고 말 할 수 있다.

그러나 반면,

- 1) 지구에 떨어지는 태양에너지는 막대하지
만, 지표면에서 환산해보면 약 1.0kW/m^2 정도
로 비교적 저밀도의 에너지이다.
- 2) 지상에서 이용하는 경우 야간과 주간
의 사이클이 있고, 기후에 의한 변동이
있고, 계절에 의한 변동이 있다는 등
종래의 화석 연료에 의한 에너지형태와
상당한 차이가 있다.

이상과 같이 태양에너지는 비교적 저밀도
에너지인 것과 동시에 기상적으로 불안정한
에너지이기 때문에 이제까지 심분 활용되지
못했던 커다란 원인이 되고 있다고 말할 수
있다. 그러나 최근 이런 결점들을 보완하고,
태양에너지의 유효이용을 가능하게 하는 기술
들이 나타나고 있다.

2-1 태양열집열기 개요

태양열집열기는 태양으로부터 방사되는 복
사에너지를 받아서 열로 변환시켜 집열기 내
부를 흐르는 열전달유체를 가열하는 기능을
가지고 있다. 이러한 태양열집열기는 사용온
도대에 따라서 평판형집열기, 진공관형집열기,
집광형집열기(PTC, CPC, Paraboloidal Dish)
등으로 구분할 수 있다. 사용온도대에 따른
집열기는 고온 영역으로 갈수록 집열판으로부
터의 대류열손실과 복사 열손실을 최소화하기
위하여 진공기술과 집광기술 등을 응용한 집
열기 개발에 역점을 두고 있다.

국내에서 온수급탕을 목적으로 널리 보급
되고 있는 가정용 태양열온수기는 집열효율과

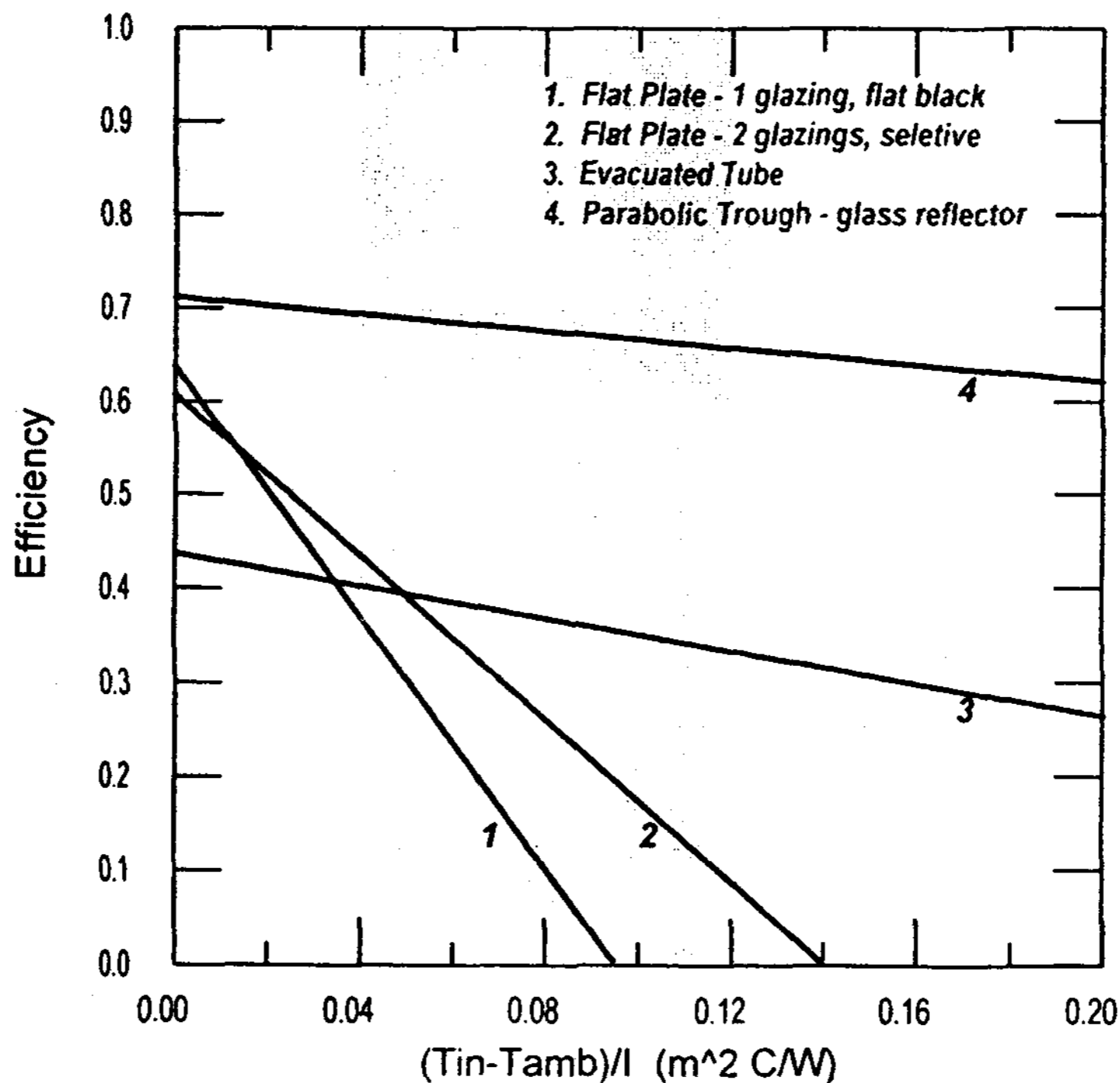


그림 2. 태양열 집열기 효율곡선

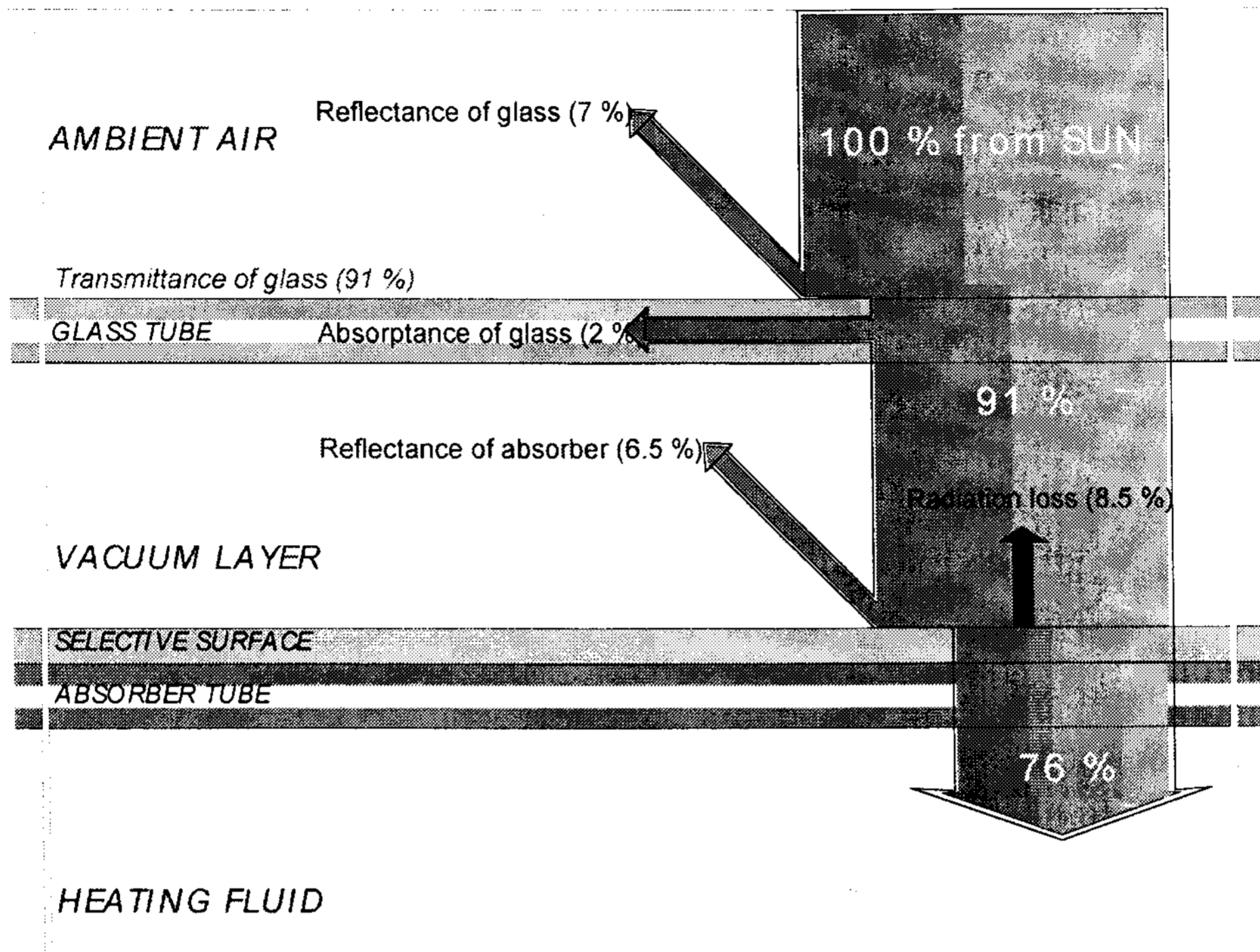


그림 3. 진공관형 태양집열기 에너지 손실률

경제성 고려하여 평판형집열기가 사용되고 있다. 평판형집열기를 가지고 보다 높은 온도에서도 사용은 가능하나, 집열효율이 급격히 감소하기 때문에 효율적이지 못하다. 따라서 70~150°C 정도의 냉난방, 또는 산업공정열 분야에서는 진공기술이 응용된 진공유리관형 집열기를 사용하는 것이 경제적인 측면과 집열효율 측면에서 효율적이라 할 수 있다.

그림 3는 진공기술을 응용한 진공유리관에서의 에너지 손실율을 개략적으로 나타내었다. 평판형집열기에서 열손실은 전도, 대류, 복사에 의하여 나타나지만, 집열판의 온도에 따라 다소 다르지만, 주로 대류에 의한 열손실(convection heat loss)이 약 20%를 차지하고 있다. 따라서 진공기술을 사용하면 대류에 의한 열손실을 최소화 할 수 있기 때문에 보

다 높은 온도에서도 효율을 유지할 수 있게 된다.

또한 200°C 이상에서 사용되는 집열기술은 대류 뿐만 아니라 복사에 의한 열손실이 크기 때문에 집광기술을 사용하여 가능한한 적은 면적으로 집광시키는 기술이 중요하다.

이밖에도 집열기술을 증대시키기 위해서는 흡수부의 용접기술, 진공유리관 제작기술, 흡수부의 selective 코팅기술, 흡수부의 열교환기 설계기술 등에 따른 영향을 고려하여야 한다.

2-2 진공유리관형 태양열집열기의 기술개발 동향

- i) 일본의 태양열 온수기 시장은 평판형집열기 8업체와 진공관형 집열기 업체 3군데로

나누어져 있다. 진공관형 집열기 분야에서 오랜 역사를 자랑하는 日本電氣硝子(Nippon Electric Glass Co., Ltd)에서는 Sun Tube 또는 Sun Family라는 이름으로 진공관식 태양열집열기를 개발하여 시판하고 있다. 일본전기소자(NEG)에서 개발된 진공관형 태양열 집열기 가운데 집열 저장형 <SP4-2400>과 흰 튜브형 <DP6-2800>에 대하여 기술해보면, 진공관형 태양열 집열기, 집열 저장형<형식 SP4-2400>에 의한 업무용 태양열 시스템은 one-way방식으로 불리는 수도압을 이용한 단순한 급탕시스템이다. 이 시스템의 집열기 관에는 내관으로 흐르는 물은 외표면의 선택흡수막 처리된 스테인레스제의 집열, 저장관으로 태양열에 의해 따뜻해지면서 저장된다. 이를 위해 별도의 축열조는 불필요하고, 온수는 집열기에 의해 직접 급탕된다. 집열기관은 원통형이기 때문에 집열부의 표면적이 크고, 시간대와 태양의 각도에 관해서는 평판식에 비해 효율이 좋은 집열이 된다. 더욱이 유리관과 집열, 축열관의 사이는 진공층(10-3Pa)이기 때문에 집열된 열은 방출이 없이 높은 보온 효과를 발휘하고 있다. 컴팩트한 디자인의 집열 저장형<SP4-2400>에 의한 업무용 태양열 시스템은 단순 설계에 최적이다.

또한, 흰 튜브형<형식 DP6-2800>에 의한 업무용 태양열 시스템은 집열펌프를 사용한 순환방식을 채용한 설계자유도가 높은 시스템이다. 이 시스템의 집열기 관에는 내관으로 보내진 물을 표면의 선택흡수막 처리를 실시한 집열판(fin)으로 집을 후, 순차, 별도 설치한 축열조에 보내서 차온열의 제어에 의해 설정온도에 도달할 때까지 집

열펌프를 집열기와 축열조 사이를 순환하면서 가열된다. 급탕은 이 축열조에서 행하여진다. 집열관은 집열 저장형과 같고, 내부를 진공한 원통형 유리관내에 집열판과 일체된 집열관으로 이루어져 있다. 집열판 경사도가 자유롭게 설정 가능함으로 집열기를 수평 설치 가능하고 또 축열조의 용량을 자유롭게 설계할 수 있는 등 건축물의 용도에 적합한 설계가 가능하다. 한냉지에 서의 태양열 시스템에도 대응할 수 있다.

ii) Thermomax사는 고효율 전열소자로서 히트파이프를 채용한 진공관형 태양열 집열기를 개발하여 15년동안 시판하여 왔다.

집열기의 흡수판으로부터의 열전달은 히트파이프를 이용하였기 때문에 효율적이고, 매우 빠른 열전도체이다. 이것은 낮은 열용량을 갖고 있지만 매우 빠른 열전도도를 갖고, 열다이오드 역할을 제공하고 있다. 또한 히트파이프의 물리적인 성질 때문에 시스템의 최대 작동온도는 조절된다.

태양열 집열기의 가장 우수한 단열효과인 유리관의 진공은 열손실을 억제하고, 또한 외부의 불리한 조건으로부터 흡수판과 히트파이프를 보호하고 있다. 이것은 다른 어떠한 형태의 집열기보다 우수한 성능의 결과를 낳았다.

태양열 집열기에서 응축부는 증발부보다 항상 높은 위치에 있다. 응축부에서 응축된 유체는 중력 영향으로 증발부로 귀환한다. 따라서 모세관 워 구조는 필요가 없다.

히트파이프의 최대 작동온도는 사용된 열전달 유체의 임계온도이다. 임계온도 위에서는 증발/응축이 가능하지 않기 때문에 열역학적 사이클은 증발부 온도가 임계온도를 초과할 때 자동적으로 멈추게 된다.

Thermomax 진공관형 히트파이프 태양열 집열기는 시장에서 이용되고 있는 다른 집열기와는 다르게 작동이 된다. 진공으로 밀봉된 유리관 내에 히트파이프로 구성된 이러한 태양열 집열기는 [Fig. 4]과 같다.

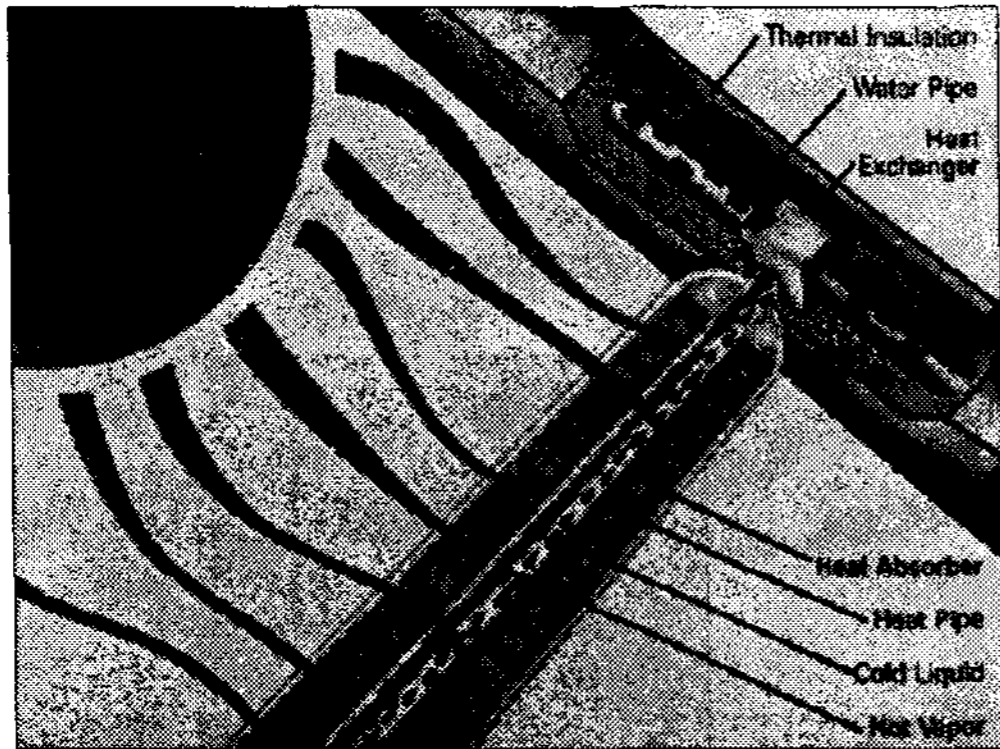


Fig. 4 Thermomax Evacuated Solar Collector

iii) 중국의 태양에너지에 대한 정부의 지원 및 보급의지는 세계 태양에너지 프로그램에 주도적으로 참여 하듯이 대단하며, 현재 전국에 100여개 업체에서 태양열 관련 평판형집열기, 진공관형 집열기, 온수기 등을 생산 판매하고 있다. 중국의 태양열 집열기 생산현황은 다음과 같다.

평판형 집열기 '95 800,00m²(2m²40만대)

진공관형 집열기 '95 120,000m²(120만 Tube)

'96 200,000m²(200만 Tube)

중국의 태양열 시스템 보급은 건물 난방 및 온수급탕이 주이며, 현재는 진공관형 집열기를 이용한 대규모 시스템 및 산업용 적용을 시작하고 있다. 중국의 대표적 연구소중의 하나는 1979년에 설립된 북경 태양에너지 연구소로 태양열, 태양전지 및 기타

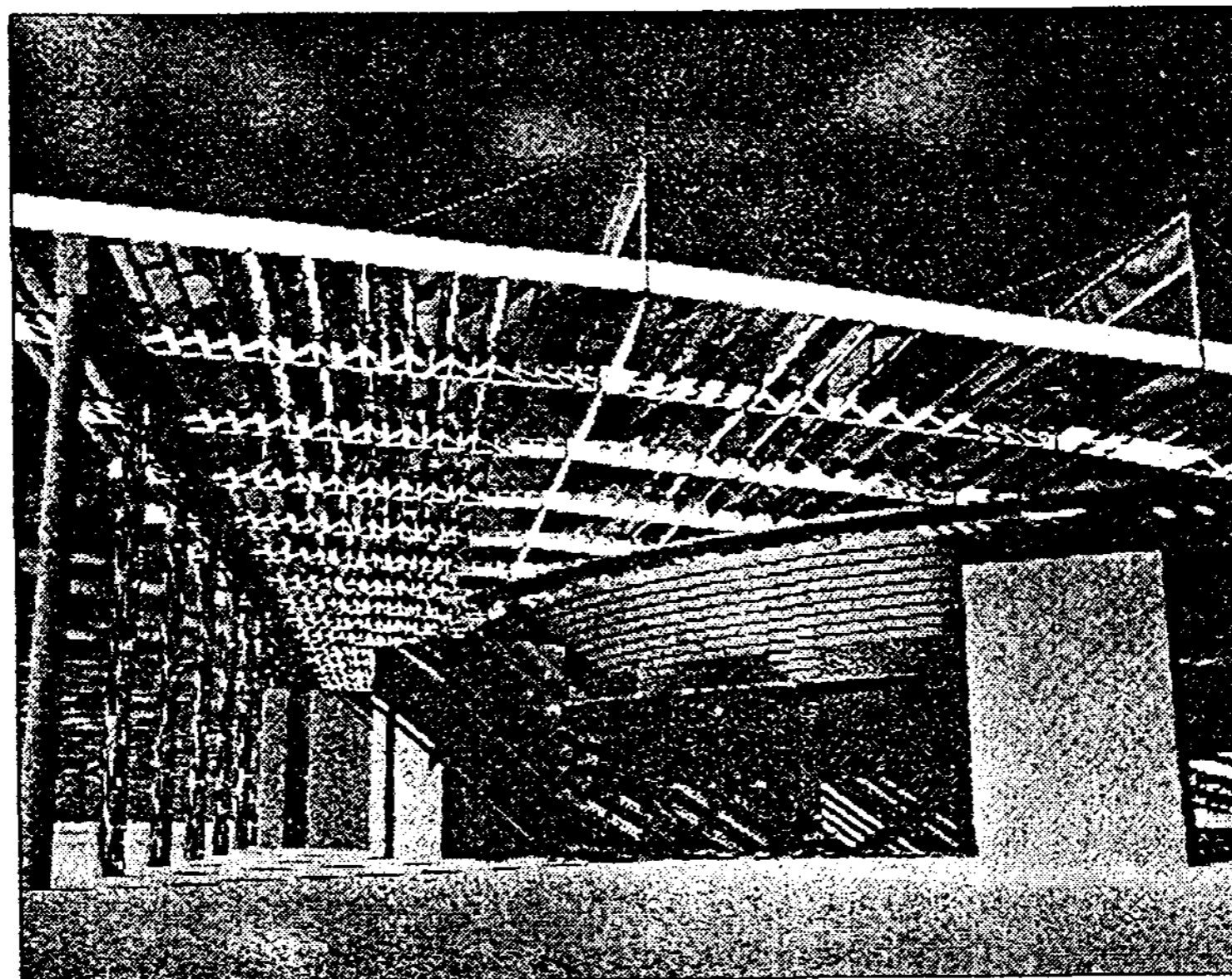


그림 5 Visualization of the CLFR mounted on olympic building

에너지 전환 기술을 연구개발하고 있다. 이 연구소는 자회사로 북경 Sunpo기술회사를 설립하여 연구결과를 상품화하여 판매하고 있다. 생산품을 살펴보면 편판형 집열기와 진공관 집열기 및 온수기, Heat pipe전기히터 등이다. 그리고 이 회사는 독일의 Daimler-Benz Aerospace사와 합작하여 'Sunda'라는 합작회사를 1996년 6월에 설립하였다. 이 합작회사를 독일과의 3년간의 국제공동연구를 바탕으로 1993년 합작회사 설립 협상을 시작하여 1996년 6월 진공관형 집열기를 연간 50만대 생산하는 공장을 완성하여 생산 및 판매중이다.

제작기술은 Heat pipe제작, 유리진공, 박막코팅, Thermal process, 실리콘라버 마감기술들을 보유하고 있으며 일부 반자동으로 생산되고 있다. 생산되는 제품의 형태는 5가지로 히트파이프를 이용한 것과 이중진공관형으로 이루어져 있다.

iv) 호주에서는 2000년 sydney olympics을 green olympics으로 치르기 위하여 대체에너지원의 하나인 태양열 시스템을 활용한 냉난방과 열발전 시스템을 추진하고 있다. 여기에 사용되는 집열장치는 이미 상용된 U-tube형 열교환기를 사용한 진공관형 태양열집열기와 CLFR(compact linear fresnel reflectors)가 부착된 시스템이다. 그림 5은 올림픽 스타디움과 태양열 발전소의 전경을 CAD로 나타낸 것이다.

2-3 산업공정열 대체 가능성

산업용의 에너지 소비는 대부분 유류에 의존하고 있고, 그 중에서도 제조부분의 에너지

소비가 91.5%의 대부분을 사용하고 있어 이 부분에 대체에너지원의 개발, 대체 시스템의 적용이 절실히 요구되고 있다.

태양열을 산업공정에서 쓰이는 공정열로 대체 이용하는 방법에는 크게 분류하여 태양에너지로부터 얻은 열을 직접공정에 공급하여 이용하는 공정열수(Process hot water) 시스템과 건조 및 탈수용으로 사용되는 공정열공기(Process hot air) 및 공정증기(Process steam)시스템으로 구분되어진다. 산업공정열에 태양열 시스템을 적용하는데는 산업체에서 적극 호응할 수 있는 경제성 있는 시스템이 필요하며, 시스템 유지관리가 간단하고 시스템의 신뢰성 및 기존 열발생 시스템과 병행설치될 수 있어야 한다.

산업공정열을 사용 온도범위로 구분하면 저·중 및 고온 공정으로 나누고 있으며, 저온공정은 온도범위가 100℃이하로서 식품의 탈수, 콘크리트 벽돌의 양생, 식품용기(병 또는 캔 제품)의 세척용 온수 이용 및 염색공정등에 적용되며, 중온공정은 온도범위가 100 ~ 180℃로서 산업체에서 사용되는 저압의 증기 이용 공정으로 식품가공업, 섬유제조업, 제지 및 펄프공정의 건조를 위한 공정에 적용될 수 있다. - <표 1> 참조

〈표 1〉 태양열 적용 산업공정 응용 예(Hot Water, Hot Air, Steam)

구분	용도	온도	압력	사용량(max.)
Steam	Laundry/Pressing	173℃	724 kPa	424 kg/h
	Orange juice 제조공정	165℃	690 kPa	2268 kg/h
	가정용, 의약용 gauze의 살균	175℃	860 kPa	544 kg/h
	SBR (styrene-butadiene-rubber) 생산공정	186℃	1.1 MPa	680 kg/h
	Potato/Onion frying (frying oil을 heating)	214℃	2.1 MPa	876 kg/h
	Beer 제조공정/Bottle 살균	178℃	1.0 MPa	545 kg/h
	Oil refinig operation	192℃	1.3 MPa	1361 kg/h
	Phenol production	150℃	0.5 MPa	4717 kg/h
	Curing of concrete blocks	158℃	0.5 MPa	75 kg/h
	Acrylic resin 제조과정중 low temperature kettles의 heating	176℃		
	Textile printing	100~105℃		
	제염(다중 효용관 사용)	125℃		
	Milk sterilization (초고온 멸균처리 방식)	140~150℃		

구분	용도	온도	사용량(max.)
Hot water	Soup can 세척	91℃	20 gal/min
	Onion/Garlic의 수분제거	91℃	88 gal/min
	Dye vat heating	93℃	180 gal/min
	Tractor의 washing/degreasing	113℃	7.4 gal/sec
	Crude oil/Water separation	57℃	1370 gal/month
	Corn steeping을 위한 용액의 heating	52℃	
	Acrylic resin 제조과정중 storage tank의 heating	71℃	
	Bakery process		
	-sugar room	49℃	
	-space heat	66℃	
-basket washing	82℃		
-basket clean-up	71℃		
Meat processing	60℃		
Hot air	건포도 제조	66℃	22000 ft3/min
	콩 건조	60℃	27000 ft3/min
	목재 건조	60℃	
	Aluminum container 제조과정중 printer oven		
	-heating zone	174℃	1240 ft3/min
	-curing zone	177℃	1240 ft3/min
	internal coating oven		
-heating zone	163℃	3070 ft3/min	
-curing zone	213℃	1740 ft3/min	

우리나라의 산업체의 공정열에 부분적으로 절약을 위한 방안을 고안 적용하고 있으나 에너지원을 직접 대체하기 위한 시도는 전무한 상태에 있는 실정이나 국외의 많은 공정에서는 태양열시스템이 적용되어 가동 중에 있으며, 연구개발이 진행 중에 있다. 따라서 국내 산업공정에 태양열을 효과적으로 이용하고 시스템 효율을 최대화 하기 위해서는

첫째로 적절한 적용분야를 선정하여야 하며, 둘째로는 적용분야에 적합한 태양열 시스템을 구성하여야 하고,

셋째는 적용분야의 공정열 시스템(보조열원 포함)과 태양열 시스템간에 적절한 제어 방법이 있어야 한다. 그런데 지금까지 이 분야에 대한 국내 연구는 주로 주어진 기존 시스템에 태양열시스템을 적용하기 위한 연구가 진행되어 온 것이 사실이다. 그러나 태양열 이용효과를 최대한 높이기 위해서는 우선 적절한 분야의 선정이 중요하나 근본적으로 열공정 시스템을 태양열에 적합하도록 구성하는 것도 시스템 효율을 증가시키기 위한 중요한 방안 중에 하나라고 볼 수 있다.

따라서 이러한 연구의 일환으로 우리나라에서 가장 에너지 소비량이 많은 산업분야에 대한 열공정을 파악하여, 각각의 분야에 대하여 태양열 이용의 가능성을 파악하고 가능 분야에 태양열 시스템의 이용을 극대화 할 수 있도록 열공정 시스템을 개선하고 여기에 적합한 태양열 시스템을 설계하여 필요시 에너지 소비가 많은 산업분야에 태양열을 적용할 수 있는 정책적인 자료의 제공과 기술축척을 할 필요가 있다.

또한 고온 분야의 응용범위로 태양열발전 시스템이 국내에서 실용화된다면 여름철 냉방 열원 때문에 발생하는 peak부하로 인한 수요

를 감당하기 위하여 발전소(화력, 원자력)의 설립을 고려하고 있는 시점에서 주야간, 계절별 부하를 조절하는 역할이 충분히 가능하기 때문에 범국가적 에너지절약 시책에 기여 및 국가 전력에너지 수급 및 전력 예비율 확보관점에서 긍정적 효과가 기대된다.

2-4 기대성과 및 활용방안

a) 기대효과

- 대체 에너지 이용기술 개발로 인한 화석 에너지 수입 절감 및 범국가적 에너지 절감
- 국내 대체에너지 분야 중에서 실용화 가능성이 높은 중·고온 태양열 적용분야로 산업용 이용 효율 확대
- 건물의 냉난방 수요 충족 뿐만 아니라 산업공정열(100~150°C)의 적용으로 인한 대체에너지 이용 극대화로 인한 에너지 절감
- 날로 늘어나고 있는 화석에너지 사용에 의한 환경오염(CO₂배출) 삭감
- 진공관형 태양열집열기의 수입대체 효과 및 수출효과
- 중·고온 태양열 분야의 개발을 통한 대체에너지 이용효율 극대화

b) 활용방안

- 산업공정열을 사용 온도범위로 구분하면 저·중 및 고온 공정으로 나누고 있으며, 저온 공정은 온도범위가 100°C이하로서 식품의 탈수, 콘크리트 벽돌의 양생, 식품용기(병 또는 캔제품)의 세척용 온수 이용 및 염색공정 등에 적용되며, 중온공정은 온도범위가 100~180°C로서 산업체에서 사용되는 저압의 증기 이용 공정으

로 식품가공업, 섬유제조업, 제지 및 펄프 공정의 건조를 위한 공정에 적용될 수 있다.

- 또한 진공관형 태양열집열기는 설치면적이 기존 평판형에 비해 약 30% 줄일 수 있고, 설치장소 및 경사각의 제약이 없으며, 기존 건물의 외관을 해치지 않을 것이다. 따라서 건물외관과 친화적일 것이다. 즉 공공건물, 사무소, 공장 등의 옥외 주차장의 지붕재로 활용이 가능할 것이다.
- 다가오는 고 에너지 시대를 대비한 초에너지절약건물(super-low energy building)과 zero-energy cottage의 급탕과 냉난방
- 주간 사용 공공건물 및 복지시설(요양소, 노인시설, 회사 사택 등)의 냉난방
- 상업용 건물의 냉난방 열원 등에 활용이 가능할 것이다.

3. 결론

앞으로 점점 늘어만 가는 우리나라의 에너지 수급 전망은 대체에너지원 중에서 단기 간의 개발에 의해서 실용화가 가능한 분야는 대체에너지를 적극 활용하고, 화석연료인 석탄과 석유는 필수 불가결한 용도로 제한하는 정책이 이루어질 전망이다.

이러한 측면에서 대체에너지원 중의 하나인 태양열에너지에 대하여 간략히 소개하였으며, 또한 고효율을 얻기 위하여 히트파이프를 적용한 태양열 이용기술에 대하여 그 동안 많은 연구개발이 이루어져 왔으나, 실제 현 시점에서 이 분야에서 실용화되고 있는 기술은 몇 가지 되지 않는다. 그 이유로는 여러 가지가 있겠지만 히트파이프의 내구성과 경제성

문제들과 관련된 실용기술의 문제로 사료된다.

최근 유가 상승에 편승하여 널리 보급되고 있는 태양열 온수기는 집열효율과 이용효율을 극대화하기 위한 측면에서 집열기의 형태가 기존의 평판형에서 진공관형으로 바뀌어 가고 있다. 따라서 비교적 외기 조건이 열악한 가을 겨울에도 집열력, 보온성에도 높은 성능을 얻을 수 있고, 그 장점을 충분히 발휘하는 좋은 사례이다. 이와 같이 대체에너지원으로서 태양열에너지의 활용은 가까운 장래에 점점 본격화 시대로 진입하게 될 것이다.

참고문헌

1. J.A. Duffie, W.A. Beckman "Solar Engineering of Thermal Process", 2nd edition, John Wiley & Sons, INC., 1991
2. 日本技術經濟センター, 昭和 50年, "最新のヒトアピイブ應用技術資料集"
3. 한국에너지기술(연), 1992, "상변화와 고효율 전열소자를 이용한 태양열 온수급탕 시스템 개발(II)", 911A203-112DG1
4. 곽희열, "히트파이프를 적용한 태양열 이용 기술 동향", 대한기계학회 '98년도 열공학 부문 학술강연회 강연집, pp, 67~75, 1998

Status of High-Efficiency Solar Collector for Industrial Utilization

Hee Youl Kwak

Korea institute of Energy Research

Abstracts

Solar energy is a quantitatively unlimited, clean and non-pollutant source. It has a great potential for industrial commercial usages. For example, solar hot water system for domestic usage has been very popular in many counties.

In Korea, the industries consume 47.7% of the total national energy, and the manufacturing sector uses 91.5% out of it. The main energy resources available in Korea are oils, coals, and gases. There have been continuous efforts among the industries to reduce such energy consumptions by using alternative energy resources, such as solar energy, yet the technology has limited its proper applications to a level of satisfaction. In some advanced countries, research and development programs in solar energy applicable to the industrial usages are very active, and some systems are in the commercial market.

Therefore, this paper describes the status and the feasibility for high-efficiency evacuated solar collector which was anticipated to applied for industrial process heat as an alternative of fossil energy.