

전력계통의 부하관리방안(2)

글/한국전력공사 전력경제연구실 부하연구부

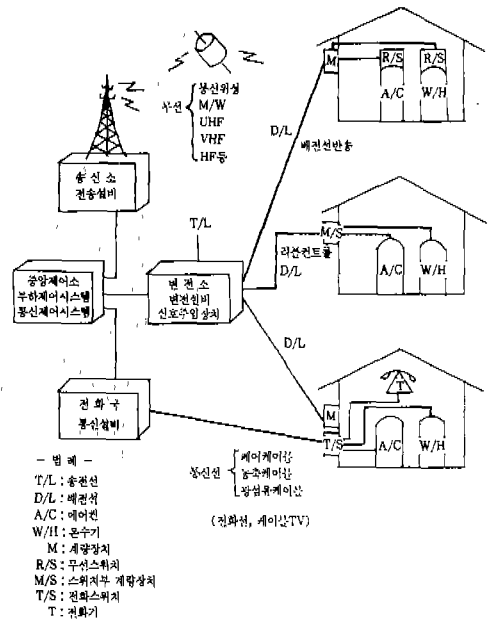
목 차

1. 서론
 - 1.1 서언
 - 1.2 최근의 전력수급상황
2. 전력회사의 부하관리
 - 2.1 부하관리의 개요
 - 2.1.1 부하관리의 목적
 - 2.1.2 부하관리방안의 종류
 - 2.1.3 부하곡선의 형태
 - 2.2 간접부하관리
 - 2.2.1 한계비용이론
 - 2.2.2 시간대별 차등요금제도
 - 2.2.3 요금제도의 변천사
 - 2.3 직접부하관리
 - 2.3.1 부하조정기기
 - 2.3.2 원격조정기기 통신방식
 - 2.3.3 심야전력이용기기
3. 수용가의 전력관리
 - 3.1 전력관리의 개요
 - 3.1.1 최대수요전력의 관리
 - 3.1.2 절전 및 부하의 평준화
 - 3.2 전기요금제도
 - 3.2.1 요금의 일반적이론
 - 3.2.2 현행 요금제도
 - 3.2.3 부하관리 요금제도
 - 3.3 Demand Controller에 의한 전력관리
 - 3.3.1 요금적용전력 산정기준
 - 3.3.2 수용가 공정개선
 - 3.3.3 Demand Controller
 - 3.3.4 일본의 보급현황
4. 결론

2.3.2. 원격조정기기의 통신방식

원격조정장치(Remote Control System) 사용시에는 그 통신방법에 대하여도 고려해 볼 필요가 있는 바 그 통신방법에 따라서 다음과 같이 나누어 볼 수 있다.

기존 상업방송의 방송망을 이용하여 수신스위치를 작동시킬 수 있는 UHF-FM 주파수를 송출시키는 UHF-FM 무선방식, 전력회사에서 각 수용가에게 전력을 공급하기 위하여 설치해 놓은 배선선로에 고



<2-8> 통신방식의 적용

조파를 첨가시켜 수신스위치를 작동시키는 배선선로 이용방식 (Power Line Carrier System), 펄스발생기 (Pulse initiator)로 펄스에 따라 기기를 작동시키는 리플제어방식, 전화국의 전화선을 이용하여 전화기에 기기를 연결시켜 작동시킬 수 있는 통신회선방식 등이 있다.

통신방법에 따라 각각 장단점이 있는바, 이를 살펴보면 무선방식은 상업방송의 방송망을 이용하므로 비용이 저렴하나 산악이나 도심의 고층빌딩으로 이루어진 난청지역에는 거의 무용지물이며 가동률이 비교적 낮은 수준 (70% 내외)이라는 단점이 있다.

전력선 이용방식은 각 수용가에게 전력선이 이미 설치되어 있다는 면에서 통신선을 확보하기 용이하다는 장점이 있으나 전력선에 고조파 반송장치를 설치해야 하므로 설비비가 소요된다.

전화선 이용방식은 기기동작후에 과연 작동하고 있는가를 확인가능한 쌍방향통신(Two-way Communication)이 가능하다는 장점이 있는 반면, 전화번호에 따라 수용가를 관리하므로 관리가 복잡하며 전화국과의 회선 사용료의 부담문제가 야기될 수 있으며 전화보급율도 전화선 이용에 난점이 될 수 있다.

이를 도표화해 보면 <표 2.2>와 같다.

방식 항목	무 선	전 력 선 반 송		전 화 (통신선)
		Ripple Control	PLC	
실시(실험) 지역	미국, 유럽	일본, 유럽	미국, 일본	미국, 유럽
특 징	<ul style="list-style-type: none"> ○ 설비간단하고 수신장치 저렴 ○ 광역제어가능 ○ 난청지역에 대한 통신이 문제(가동률 70% 정도) ○ 주로 통신 범위가 넓은 AM대 사용 ○ 양방향통신에 대한 것은 개발 여지가 있음 ○ 관련기관의 인허가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 설비비 고가 ○ 종전에는 일 방향 통신만 가능했으나 현재 양방향 통신도 개발 중 ○ 일본의 경우 양방향 통신 실용화 ○ PLC보다 신호 감쇄적용 ○ 정전시 통신 불가능 ○ 전송속도가 30BPS 이하 ○ 여서 종합적인 기능을 갖춘 배전자동화 설비로서 부적합 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 설비비 고가 ○ 배전선에 존재하는 잡음 및 잡음원 데이터 부족 ○ 현재 국내의 경우10(KHZ) 이상일때 전 파관리법상 허가필요 ○ 시스템 하드 웨어 소형 ○ 정전시에도 통신가능 ○ 전송속도 빨라 Ripple Control보다 유리 ○ 통신거리 길면 Repeater 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 양방향통신 ○ 전화번호에 따라 수용가 관리 하므로 편리복잡하고 일괄제어 어려움 ○ 통화량폭주 시 시간 지연 ○ 서비스비용의 부담

<표 2.2> 통신방식

방식 항목	무 선	전 력 선 반 송		전 화 (통신선)
		Ripple Control	PLC	
개 요	<ul style="list-style-type: none"> ○ 무선을 이용 일괄제어 ○ 한전 계통운용처에서 90년도 실증시험 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일본 및 유럽의 경우 가장 실적이 많음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 방식이 다양하고 양방향 통신에서는 유력한 방식임. ○ 현재 한전에 서 실증시험중 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미국, 유럽 일본에서 실험 중 ○ 한전 전자식 계량기에 적용 예정
주 파 수	FM:146-956 (MHZ) AM:535-1605 (KHZ)	100-1000 (HZ) 일본:150-600	4-500 (KHZ)	
통신속도	128 bit/sec	30bit/sec이하	300bit/sec	150-1200 bit/sec

2.3.3. 심야전력이용기기

직접부하관리 대상기기는 주로 심야전력 이용기기이고 심야요금제도는 '85년 1월부터 시행되기 시작하여 당시 kW당 41원 98전이던 요금은 현재는 22원 40전으로 인하되었다. <표 2.3>에 심야수요개발현황, <표 2.4>에 축열설비 보급현황을 나타내었다.

<표 2.3> 심야수요 개발현황 ('92.9 현재)

○ 연도별 개발실적 및 목표

연 도	89	90	91	92	93	94-2001
개발목표 (MW)	270	300	300	300	300	2,500
누 계 (MW)	600	900	1,200	1,500	10,800	4,300

<표 2.4> 축열설비 보급현황

○ 연도별, 기종별 보급실적

구분	온수기		차끓이기		보일러		온돌		온풍기		합계		
	대수	kW	대수	kW	대수	kW	대수	kW	대수	kW	대수	kW	kW/대
86	860	2,740	116	414	25	177	0	0	2	12	1,003	3,343	3.3
87	8,623	30,615	2,833	7,494	3,410	477,824	146	985	0	0	15,012	86,918	5.8
88	17,530	65,345	3,162	8,590	8,540	129,649	3,107	24,988	1,243	5,254	33,582	233,826	7.0
89	16,016	61,704	1,704	5,192	7,030	117,038	3,432	29,866	3,949	21,555	32,131	2,135,826	7.3
90	17,612	68,515	1,183	4,310	8,808	157,659	4,808	52,602	4,870	28,617	37,281	311,703	8.4
91	13,127	52,326	725	2,838	5,274	93,577	4,441	45,842	2,624	16,764	26,191	211,347	8.1
92.9	7,211	28,667	360	1,094	3,026	48,137	3,274	31,092	1,625	9,637	15,496	118,637	7.7
계	80,979	309,922	10,083	29,932	36,113	594,061	19,208	185,375	14,313	81,839	160,696	1,201,129	7.5
점유율	25.9%		2.5%		49.5%		15.2%		6.9%		100%		
용량	3.8kW/kW대		3.0kW/대		16.5kW/대		9.7kW/대		5.7kW/대		7.5kW/대		

<표 2.5> 축냉설비 보급현황 ('92.9 현재)

○ 연도별 개발실적 및 목표

연도	91	92	93	94	95	96	97-2001
개발목표 (MW)	2	10	34	44	54	60	300
누계(MW)	5	15	49	93	147	207	507

○ 보급추진현황

구분	대수	냉방면적 (천평)	설비용량 (kW)	피크역제 (kW)
준공완료	12	59	3,671	2,452
시공중	10	104	4,995	4,475
설계중	40	257	13,277	141,032
타당성검토중	67	522	27,043	17,071
계	129	942	48,986	35,030

가. 축열식 공조시스템

1. 축열식 공조시스템의 열원

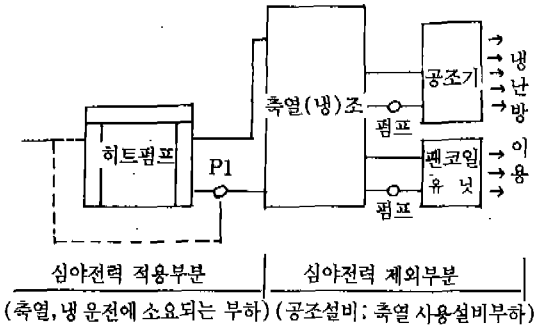
- i) 히트펌프(Heat Pump) (예 : 공기열원, 수열원, 발열원)
- ii) 냉동기 + 보일러 (전기, 가스, 기름) (예 : 수축냉조, 축빙조) 등이 있으며 ii)의 경우에는 냉방은 축냉조를 이용하나 난방은 기존방법의 보일러를 이용

하는 것이다. 위의 두가지 경우 모두 난방시의 축열은 물을 가열하여 현열을 이용하나 냉방시의 축냉은 물의 현열 또는 얼음의 잠열을 이용할 수도 있다.

냉방용의 축냉은 대기온도가 낮은 밤에 심야전력을 사용하기 때문에 i)과 ii)의 경우 모두 기기의 COP를 높일 수가 있다. 그러나 겨울철 밤의 심야전력을 이용한 히트펌프 가동시에는 낮은 공기온도의 열원에 의한 결빙 등의 문제점과 함께 COP의 저하를 피하기 어렵지만 우리 나라의 남부해안지방 등은 i)의 경우에도 경제성이 있다는 연구결과가 있다. 미국의 경우는 난방용 축열보다는 주로 냉방용 축냉시스템의 보급이 더욱 활발한 편이다. 물론 경제성의 비교에는 겨울철 외기 조건, 각 건물의 냉·난방부하, 전기요금제도 등의 고려하여야 할 요인들이 많으나 우리 나라의 겨울철 외기 조건과 소득의 증가에 따른 선진국과 같은 수준의 냉방에 대한 수요증가를 감안하여 ii)의 경우도 많은 관심이 쏠리고 있다.

가) 히트펌프를 이용한 축열식 냉난방 시스템(히트펌프+축열조)

축열식 히트펌프 System으로 냉열과 온열이 동시에 필요한 장소에서 열효율을 최대한 높일 수 있어 동계에는 난방, 하계에는 냉방으로 활용할 수 있는 기기이며, 히트펌프를 이용하여 주간사용 부하를 심야시간에 50% 물(또는 얼음) 축열하여 냉난방하는



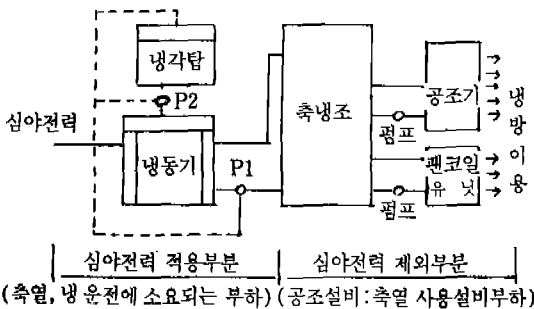
<그림 2.9> 히트펌프를 이용한 냉난방시스템

방식이다.

히트펌프는 외부의 열을 이용하므로 열효율(성적 계수)이 높아 기존방식 보다 연간운전비가 1/3로 절감되나, 온도이용 범위가 낮아 축열조 등의 설비비가 증가되므로 경제성을 감안 시설해야 되고, 선진 외국에서는 에너지절약형 기기로 널리 보급되고 있다.

나) 수축열 냉방시스템 (냉동기+축열조)

빌딩 지하에 있는 2중 슬라브를 이용해 축열조를 만드는 경우가 많고 공조 등에 이용된다. 축냉시스템은 주간냉방에 필요한 열량을 심야시간대에 냉동기로 물을 냉각시켜 축열조에 저장하는 방식으로 1



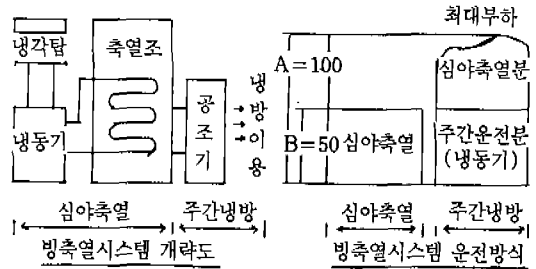
<그림 2.10> 수축열 냉방 시스템

일 최대사용 열량 50%를 축열하도록 냉동기와 축열조 용량을 선정하면 냉동기 및 전기 용량을 1/2로 축소할 수 있어 설비비 및 연간운전비를 절감하는 효율적인 냉방방식이다(냉열이용온도 7-12도).

다) 빙축열 냉방시스템(냉동기+빙축열조)

빙축열방식은 수축열방식과 비슷한 시스템으로 축열조의 물을 적당히(약 40%) 얼려 저장하는 방식으로 수축열방식에 비해 축열조 설치공간이 1/6정도로 감소되어서 설비비 및 연간 운전비를 절감할 수 있는 효율적인 냉방방식이다.

시스템 구성도 및 운전방식



<그림 2.11> 빙축열 냉방시스템

라) 축열시스템의 장단점

① 축열시스템의 장점

○ 운전비용 절감

축열손실과 펌프 등의 추가 동력비(최대 20%)를 고려하더라도 심야전력 사용과 적은 계약전력으로 부터 얻는 전기요금 절약효과가 크다.

○ 비상시 대비능력

정전이나 히트펌프 또는 냉동기의 정기점검시 전일 미리 축열 또는 축냉하여 비상시에 대비할 수 있다.

○ 운전상의 유연성

대개의 상용 건물의 경우 근무시간 후에라도 교환실, 컴퓨터실, 식당 등에는 계속 냉방 또는 난방 등이 필요한 경우가 있다. 이런 경우 첨두 냉·난방 부하에 맞추어 설치된 대용량기로서 적은 부하를 감당하는 비경제적인 운영을 피할 수 있다.

○ 건물의 증축시에 편리

기존의 건물을 증축하거나 별관 등을 건축할 경우에 새로운 히트펌프나 냉동기의 구입없이 축열조를 설치함으로써 기존의 기기를 그대로 사용할 수 있다.

○ 소방수로 대체가능

축열조의 물을 소방용수 파이프와 연결함으로써 화재시 비상수로 사용가능하다.

② 축열시스템의 단점

○ 초기 투자비 증가

축열조의 필요한 초기 투자비로 인하여 전체 시스템의 초기 투자비가 증가한다. 그러나 특수한 경우 이기는 하나 체육관, 호텔의 연회장 또는 교회 등에 있어서는 축열조에 필요한 초기 투자비가 냉동기의 설비축소로 인한 비용절감보다 작을 수도 있다.

○ 시스템의 복잡성

히트펌프 또는 냉동기와 부하측 사이에 축열시스템이 존재하므로 시스템제어가 복잡해지며, 이에 따른 시스템 설계자나 운전자의 숙련도와 이해도가 요구된다.

○ 열손실 증가

축열조의 보온손실로 인하여 온도의 강하, 축냉조의 경우에 온도의 상승은 냉난방 능력을 감소시키는 경향이 있다.

○ 설치공간의 필요

축열조의 설치를 위한 추가공간이 필요하다.

③ 빙축열에 대한 수축열의 장점

○ 소요동력 축소 가능

일반 냉동시에는 0.75-1.25kW/RT 정도의 전력을 필요로 하나 제빙시에는 일반적으로 15% 정도의 동력을 더 필요로 한다.

○ 기존 냉난방 시스템과의 연계성

기존 냉난방시스템이 대개의 경우에 물을 순환수로 쓰기 때문에 수축열 시스템의 경우에 연계성이 좋다.

○ 히트펌프 또는 냉동기의 선택 다양

빙축열의 경우와 비교하면 저렴한 비용으로 여러 종류의 기기를 선택할 수 있다.

○ 난방능력

수축열시스템의 경우에는 히트펌프를 이용하여 직접 난방에도 적용할 수 있으나, 빙축열시스템의 경우는 작은 축열조용량으로 인하여 추가 열원이 필요하다.

④ 수축열에 대한 빙축열의 장점

○ 작은 부피

빙축열조의 크기는 일반적으로 수축열조 크기의 1/3-1/4정도이다. 따라서 증·개축시에 부피가 큰 수축열조를 설치하기 위한 공간이 없거나 토지값이 대단히 비싸 임대료가 높은 경우에는 빙축열의 이점을 최대한 살릴 수 있다.

○ 공장제작에 따른 품질보증

일반적으로 빙축열시스템은 히트펌프나 냉동기와 일체형으로 제작 판매되기 때문에 제작자의 완벽한 품질보증을 받을 수 있다. 수축열조의 경우에는 설비 및 건설업자에 의한 현장제작을 하기 때문에 하자보수 등에 있어 문제점이 있을 수도 있다.

○ 낮은 사용온도에 따른 배관 및 덕트 공사비 절감

빙축열 경우에는 얼음의 융점에 가까운 온도를 순환시키기 때문에 공급온도와 환수온도의 차가 커서 작은 사이즈의 덕트를 사용하여 비용을 절감할 수 있다.

나. 축열식 전기온수기

축열식 전기온수기는 심야전력을 이용하여 물을 데워 온수를 저장하였다가 생활에 이용하는 것으로서 국민의 건강증진과 문화생활수준 향상에 부응하는 적합한 기기로서 그 동안 심야전력용 주 보급기종으로 92.9월 현재 81,000여대가 보급되어 있다.

축열식 전기온수기는 순간식 가스 또는 전기온수기에 비해 설치장소(대당 약 1㎡)의 공간확보가 필요하고 대당 가격이 다소 비싼 편이지만 1대 설치로 여러 장소(주방, 세면장, 목욕탕 등)에서 동시에 사용이 가능하고 뜨거운 물을 즉시 사용할 수 있는 이점이 있다. 기존 보일러(GAS, 유류, 연탄)와 겸용으로 온수기를 설치하면 불필요한 보일러의 가동을 하지 않아도 되므로 에너지를 절약할 수 있는 이점

이 있기 때문에 사용고객으로 부터 많은 호평을 받고 있으며 심야전력 홍보효과도 큰 기종이다.

이웃 일본에서도 축열식 전기온수기의 보급을 위해 전력회사에서 적극적인 홍보를 하고 있으며 86년 말 약 300만대가 보급되었고 연간 약 15만대에서 20만대의 수요가 발생하고 있다. 우리나라도 소득수준 향상으로 주택신축시 대부분 목욕탕을 시설하고 있고 건강에 대한 인식이 증대되어 하절기에도 온수기를 많이 이용하고 있는 것으로 표본조사 결과 나타났다. 이러한 점을 감안해 볼 때 도시나 농촌, 주택이나 업무용 빌딩 등 심야전력 전기배선이 가능하고 급수원이 있는 곳이면 어느 곳이든 보급이 가능하므로 축열식 전기온수기의 보급은 급격히 증대될 것으로 예상되고 있다.

다. 전기 차끓이기

전기 차끓이기는 온수기와 비슷한 구조로 되어 있으며 심야전력으로 차를 끓이는 것으로 비교적 간단한 기기이다. 요식업소, 학교 또는 대중집합장소에서 음료수 제공을 위해 연탄이나 가스 등으로 물을 끓이던 것을 전력을 이용함으로써 시간절약과 밀폐된 주방 등의 쾌적한 환경조성 등의 장점이 있기 때문에 많이 보급되고 있는 기종으로 92.9월 현재 10,000여대가 보급되고 있다. 차끓이기는 규격이 101-4501까지 다양화되어 있고 내통이 스테인레스로 되어 있어 위생적이며 차끓이기를 직접 급수용기로 이용할 수 있으므로 요식업소 등에 적합하다. 그러나 현재 보급되고 있는 기기는 Slim형으로 높이가 높기때문에 청소에 어려운 점이 있으므로 이 점을 보완하기 위한 방안을 검토중이다.

라. 축열식 전기온수보일러

축열식 전기온수보일러는 타 연료를 이용한 온수보일러와 비슷한 구조로 가열방식을 타 연료 대신 심야전력을 이용하여 심야시간에 섭씨 90-95의 온수를 만들어 보온효율이 높은 축열탱크에 저장하였다가 필요한 시간에 순환시켜 난방을 하는 기기이다.

종래에는 전기를 이용한 난방이 타 연료와 비교하여 비경제적이었으나, 심야전력을 이용하여 난방을 함으로써 난방계에 새로운 바람을 일으키고 있다. 86년 도입되어 87년부터 본격적으로 보급되었으나 예상과는 달리 수요가 꾸준히 있어 92.9월 현재 36,000여대가 보급되었다.

축열식 전기온수보일러는 국민의 소득수준 향상에 발맞추어 사용고객이 계속 증가될 것으로 예상되어 특히 대도시 공해해소와 난방연료를 타 에너지로 대체하고자 하는 정부의 에너지정책에 부응하여 전력부하로 흡수, 에너지 대체효과와 전력의 합리화 사용에 기여하도록 하는 적합한 기종이다. 그러나 축열식보일러는 심야전력 공급시간 동안 가동하여 14시간 사용하여야 하므로 축열조 시설이 필요하다. 현재 보급되고 있는 수축열방식은 축열조의 용량이 커져 설치할 수 있는 공간의 제약과 설치시 중량물 운반의 어려움 등이 있으며 보조열원이 없으므로 필요한 난방열량을 정확히 계산하여 보일러용량을 선정하여야 한다. 따라서 단열이 충분치 않은 주택 등에는 소요난방열량이 많고 축열조 용량이 대형화되어 보급이 곤란하다.

마. 축열식 전기온돌

축열식 전기온돌은 우리 선조때 부터 나무로 균불을 지퍼 구들장을 가열, 난방하던 방식을 현대식으로 개량하여 난방하는 방식이다. 난방이 필요한 장소에 난방관대신 전열관과 축열블록을 설치하여 심야시간에 70-80도까지 가열 축열체에 열을 축적하였다가 서서히 방열함으로써 상면온도는 30~40도로 일정하게 유지하도록 하여 난방하는 것으로서 온수보일러에 비해 보일러가 필요없고 수도배관이 시설되지 않으므로 열효율을 높일 수 있는 이점이 있다. 그러나 가열된 열은 자연방열되므로 시간대별 사용량 조절이 어려운 단점이 있다. 그러므로 24시간 난방이 필요한 장소 등에 적합한 방식이며 한번 설치하면 유지 보수 또는 관리가 필요 없으므로 앞으로 많이 보급될 것으로 전망된다.

바. 축열식 전기히터

축열식 전기히터는 세라믹(Ceramic) 또는 고밀도 철화합물(High density magnetitebrick)등의 특수 소재에 심야전력을 사용하여 전기히터를 600~800도까지 가열, 축열하였다가 실내의 온도에 따라 방열하는 방식으로 주택의 거실, 접무실, 입원실 등 공간난방에 적합한 기기이다. 또한 온수축열방식보다 축열온도가 높고 반영구적이며, 1대당 4~6평 정도의 난방을 할 수 있고 좁은 공간에도 쉽게 설치할 수 있다. 기기작동은 자동으로 조작되어 축열되고 자연대류현상으로 난방이 되므로 소음이 없다. 기기 가격은 부품수입관제로 다소 고가이나 국산화를 추진중에 있으므로 앞으로는 저렴한 가격으로 공급되리라 본다.

사. 태양열 온수기

태양열온수기는 태양열 집열판을 설치하여 열매체 유를 순환, 물저장탱크내에서 열교환시켜 온수를 사용하는 기기이다. 태양열온수기는 그 동안 호주 Sola Hart사의 완제품을 수입 판매하였으나 최근 국내업체에서 국산품을 개발 시판중에 있다. 그리고 태양열을 최대한 흡수하기 위하여 태양을 추적하는 장치(Sun Tracer)를 한 것도 있다. 태양열을 이용하는 것은 에너지 대체효과가 크기 때문에 적극 권장하고 있지만 태양열 단독열원으로는 비나 눈이 오는 날에는 일조량이 부족하여 사용자의 불편을 초래하게 되고 설비비가 고가이므로 많이 보급되지 않았으나 심야전력을 보조 열원으로 함으로써 활발히 보급이 촉진되고 있으며, 현재는 온수기만 보급되고 있으나 앞으로는 태양열과 심야전력을 조합한 난방기기도 보급될 전망이다. <다음호에 계속...>

생활정보

다이아몬드는 감정서를,

금의 경우는 태극마크·금자마크 유무확인



태극마크



금자마크

다이아몬드를 구입할 때는 반드시 감정서를 받아두는 것이 좋다.

현재 서울시내에는 20여개소의 사설감정소가 있으며, 유색보석의 경우 2개 이상의 감정서 받아둔다. 감정료는 다이아몬드의 경우 1분에 2천~4천원정도이고, 귀금속은 2백 원, 유색은 감정이 까다롭기 때문에 5천~5만원을 받고 있다. (사)한국귀금속보석감정원(227-3522)에서 감정을 받으면 안심할 수 있다.

금의 경우는 한국귀금속보석감정원에서 품질 보증하는 검인마크, 즉 중량, 함량 등이 정확한 우수제품에 찍히는 태극마크가 있으며, (사)전국귀금속판매업중앙회에서 귀금속 상품 품질향상을 위한 품위 검사마크인 금자마크 등이 있다.