

## 열전소자를 이용한 냉수기 개발에 관한 연구

이원희, 정순원, 구경완, 이명섭\*, 한상옥\*\*  
영동공과대학교, 청명산업개발(주)\*, 충남대학교\*\*

### Development of Cold Water Dispenser using TEC Module

W.H.Lee, S.W.Jung, K.W. Koo, M.S.Lee\*, S.O.Han\*\*  
Young-dong Institute of Tech., Chyung Myung Ind. co.\*, Chungnam Nat'l Univ.\*\*

**Abstract** In this paper, we developed newer cooling system which has better efficiency and make smaller pollution than older cooling system compressor type by using TEC Module. And then we investigated application of Peltier Effect cooling technology applied to the cold water dispenser.

크기가 상대적으로 클 뿐만 아니라 에너지 소비 측면에서도 비효율적이며, 불필요한 소음 및 진동까지 발생한다.

본 논문에서는 전류의 극성에 따라 열을 흡수·방출하는 펠티어효과(Peltier Effect)를 이용한 열전소자(TEC module)를 냉각수단으로 사용하여, 상기한 제반 문제점들을 해결하고, 이 냉수기가 갖는 여러 가지 장점 및 상품화 가능성 등을 평가하였으며, 그 결과를 기술하였다.

#### 1. 서 론

기존의 냉수기는 일반적으로 프레온가스(Chloro Fluoro Carbons) 또는 암모니아와 같은 냉매를 컴프레서에 의해 강제순환시켜 냉각하는 압축 냉각 방식을 사용하였다. 그러나 이와 같은 냉매들은 지구의 오존층을 파괴시키는 대표적인 물질들로서, 제품의 수명이 다하여 폐기처분시에 심각한 환경 오염을 야기시킬 수 있으므로 국제적으로 그 사용을 감축 또는 전면 폐기토록 규정하고 있다. 만약 이를 이행하지 않으면 무역 규제까지도 가하도록 하고 있기 때문에 새로운 대체 물질을 개발하여야 하는 당면 과제가 있으나, 지금까지 개발된 대체냉매들은 사용하는데 기술상의 어려움이 많을 뿐 아니라 비용 면에서도 비경제적이다. 또한 일반적으로 소형 냉수기의 사용 온도가 3~10℃ 이고, 그 용량이 적은 것을 감안할 때 소정의 냉매와 상변화 조작을 위한 순환 파이프 시스템 및 컴프레서가 요구되는 종래의 냉수기는 그

#### 2. 실험 방법

그림 1.과 같이 전도체 및 열전모듈, 방열판, 냉각팬으로 구성된 기본적인 냉각기를 제작하였고, 열전 모듈을 이용한 냉수기의 성능을 평가하는데 설치 위치, 냉각기의 갯수 및 용량 등을 변화시키면서 실험하였다. 열전 모듈과 접촉하는 열전도체는 접촉 저항에 유의하여 열수지(thermal grease)를 얇고 고르게 발라야하며, 발열부분을 냉각팬으로 식혀줌으로써 흡열능력

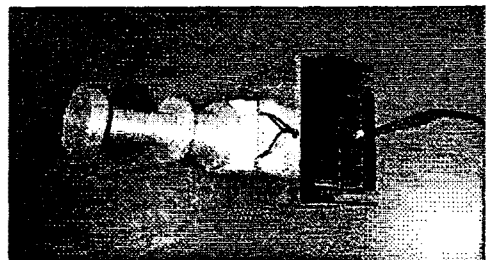


그림 1. TEC module을 이용한 냉각기  
Fig. 1. Cooler using TEC module

을 좋게 만들었다. 흡열 부분에는 알루미늄 합금 재질의 축봉과 배플을 달음으로써 표면적이 증대되어 냉각 효율을 향상시키고자 하였다.

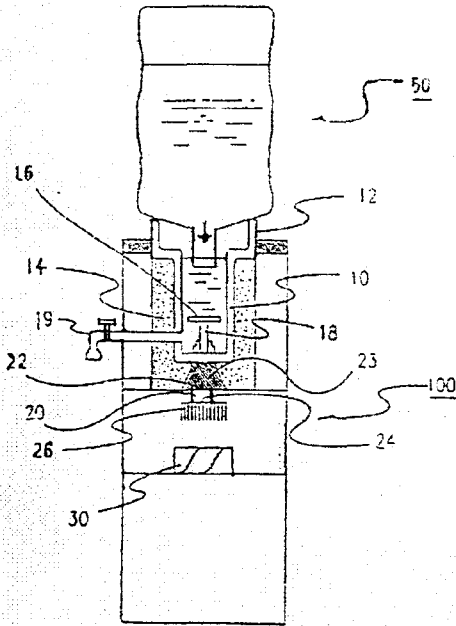


그림 2. TEC module을 이용한 냉수기의 구조

Fig. 2 Structure of cold water dispenser using TEC module

그림 2는 열전소자(TEC module)를 이용한 전자냉각방식의 냉수기에 관한 것으로, 단열재(14)로 둘러싸인 냉수통(10)과, 이 냉수통(10)의 중심부에 소정의 높이로 축봉(18)에 의해 지지되는 배플(16) 및 상기 냉수통(10)의 하부 일측면으로부터 뿜어나온 냉수 취출구(19)로 구성되며, 상기 냉수통(10)의 하단부에 흡열면(22)이 전도체(23)를 통하여 접속되도록 설치되어 냉수통(10)으로부터 열을 흡수하도록 된 열전소자(20)와 상기 열전소자(20)의 방열판(26)과 인접하게 설치되어 방열판(26)의 열을 외부로 발산시키는 냉각팬(30) 및 상기 냉수통(10) 내의 온도를 소정의 온도로 유지하도록 물의 온도를 검출하여 열전소자(20)의 동작을 제어하는 열전

소자 제어부와, 상기 열전소자(20)의 방열판(26)의 온도와 외부 대기온도를 검출 비교하여 상기 냉각팬(30)의 동작을 제어하는 냉각팬 제어부 및, 교류 전원을 공급받아 상기 열전소자 제어부와 냉각팬 제어부에 직류전원을 공급하도록 된 전원공급부가 구비된 제어회로장치, 그리고 본체(100)에 형성된 냉수통(10)의 상부에는 원형의 걸림대(12)가 형성되어 냉수통(50)을 올려놓으면 외부와의 공기 흐름을 차단할 수 있도록 구성되어, 소형화하기 용이하고 에너지 효율을 높이면서도 환경 오염과 소음 및 진동을 유발하지 않도록 된 것이다.

표 1, 표 2, 표 3은 각각의 실험 조건을 나타낸 것이다. 냉각 능력의 측정은 일정한 물용량이 열전 모듈을 이용한 냉수기에 의해 얼마나 빨리 냉각되는가를 실험한 것이고, 급수 능력의 측정은 일정량의 물을 냉각시킨 상태에서 급수를 했을 때 냉수통 안의 물의 온도 변화를 측정하는 것이다. 냉수기의 효율이 어떠한 조건과 상황 속에서 가장 좋은지를 측정하였다.

표 1. 하단부에 냉각기 1개를 설치했을 경우의 실험조건

Table 1. Test condition when one cooler is located at the bottom of container

물용량	800 ml
조건	흡열 수단 1개가 하단부에 위치
측정 상황	5분마다 주기적 온도 측정 초기의 수온 : 19℃

표 2. 측면에 냉각기 2개를 설치했을 경우의 실험조건

Table 2. Test condition when two coolers are located at the side of container

물용량	10 l	
조건	흡열 수단 2개가 측면에 위치	
측정 상황	냉각 능력 측정	실내 온도 : 29.6℃
		초기의 수온 : 22.6℃
	급수능력 측정(10컵후 15분 지연, 컵용량: 200ml)	실내 온도 : 22.1℃
		공급수 온도 : 17.8℃
	초기의 수온 : 4.0℃	

표 3. 측면에 냉각기 1개를 설치했을 경우의 실험조건

Table 3. Test condition when one cooler is located at the side of container

물용량	5 l	
조건	흡열 수단 1개가 측면에 위치	
측정 상황	급수능력 측정 (연속급수)	실내 온도 : 34℃
		공급수 온도 : 23.2℃
		초기의 수온 : 8.3℃

### 3. 결과 및 고찰

그림 3.은 기본적인 냉수기 모델을 측정한 것으로서 물의 용량도 800ml의 아주 작은 것을 택했다. 그런 이유로 해서 짧은 시간에 열전 모듈에 의해 물의 온도가 내려가는 것을 확인할 수 있었다. 반면 흡열 반응 그래프에서 온도가 일정하게 떨어지다가 3~4℃ 사이에서 일정하게 온도를 유지한 것은 4℃에서 물의 비중이 가장 크다는 물리적 현상으로 설명되어질 수 있는데, 이 현상으로 냉수기의 일반적 온도가 3~10℃ 사이가 됨을 확인할 수 있었다.

그림 4. 와 그림 5.은 물용량이 10l인 경우, 냉각 능력과 급수 능력을 측정한 것이다. 물용량이 10l의 큰 용량임에도 불구하고, 흡열 수단을 2개 달아서인지 빨리 냉각됨을 볼 수 있었다. 물이 3~10℃일 때 일반적으로 사람들이 시원함을 느낀다

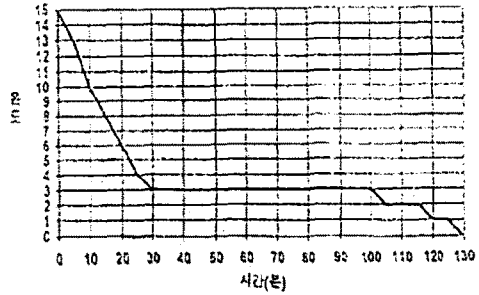


그림 3 물용량 800 ml 일때의 냉각특성  
Fig. 3. Cooling characteristic of 800 ml water container

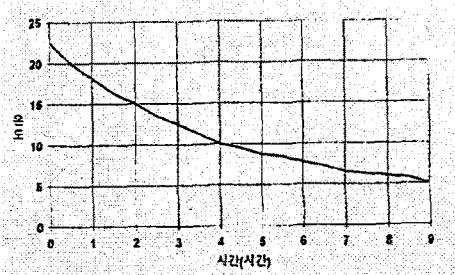


그림 4. 물용량 10 l 인 경우의 냉각특성  
Fig. 4. Cooling characteristic of 10 l water container

고 했을 때, 냉각 수단을 2개로 한 냉수기의 모델은 효율이 매우 좋다고 할 수 있다. 또, 급수에 따른 냉각 능력의 실험에서 실험을 할 때의 대기 온도가 매우 높음에도 불구하고 냉수통이 3~10℃사이의 온도를 가질 때까지 약 100잔 정도의 물을 얻을 수 있었다. 이로서 흡열 수단이 2개인 것은 매우 좋은 성능을 가짐을 알 수 있었다.

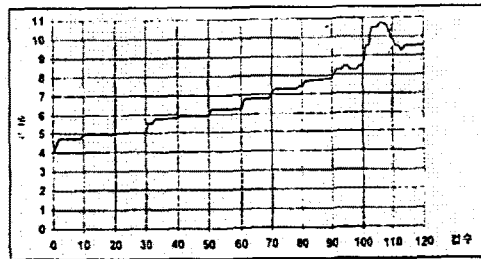


그림 5. 물용량 10 l 일 때의 급수능력  
Fig. 5. Water supply capacity of 10 l water container

그림 6.은 물용량이 5ℓ의 경우의 급수 능력의 측정이다. 이 실험은 지연하지 않고 연속적으로 급수했을 때를 나타낸 것이다. 흡열 수단이 하나인 것과, 대기 온도의 무더움, 연속 급수의 이유로 급수 능력은 약 30잔으로 별로 효율이 좋지 못했다.

실험한 결과에 따르면, 냉각판의 열발산 능력보다 많은 열이 발생해 TEC module의 hot side 온도가 시간에 따라 점차 상승해 초기에 비하여 시간에 따라 냉각 속도가 현저히 감소하는 문제점이 있었다. 이 문제점은 냉각판의 성능 향상, 단열의 보완, 흡열 수단의 증가로 해결할 수 있을 것으로 생각된다.

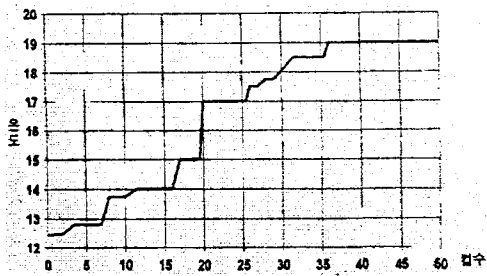


그림 6. 물용량 5ℓ일 때의 급수능력  
Fig. 6 Water supply capacity of 5ℓ water container

#### 4. 결 론

본 연구에서는 TEC module을 이용해 냉수기를 구성하고, 열전 소자의 개수와 위치를 조정하여 효율이 좋아지도록 실험하여, 기존의 압축 냉각 방식의 냉수기 보다 나은 장점을 발견하고, 냉각 효율을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 열전 소자를 이용한 냉수기는 기존의 냉수기에 비해 환경 오염을 유발하지 않고, 크기도 소형화할 수 있을 뿐 아니라 에너지 효율을 극대화할 수 있고, 소음 및 진동을 저감할 수 있었다.
2. 열전 소자는 반도체 기술이 지금도 진보되고 있다는 것을 감안했을 때 대체 냉매를 개발하는 것보다 경제적이고, 효율적일 것으

로 판단된다.

3. 5ℓ와 10ℓ의 냉수기를 구성하고 각각의 냉각 능력을 실험한 결과, 일반 가정의 경우 비교적 소형화가 요구되고있고, 또한 주위 온도의 변화가 적기 때문에 5ℓ용량의 냉수기가 적합하고, 영업점에서는 많은 사람이 사용하게 되므로 흡열수단이 2개 달린 10ℓ냉수기가 적당하리라 사료된다.
4. 상기한 바와 같이 열전 소자를 이용한 냉수기가 갖는 여러 가지 장점과 냉각 능력 실험 결과를 볼 때, 충분히 상품화 가능성이 있는 것으로 판단된다.

#### [ 참고 문헌 ]

- 1) G. SWAIN, "Experiment with Peltier Effect Devices", Electron, Aust, vol.41, no.5, pp.40~41. 1979
- 2) J. W. DAVIS, et.al., "Peltier Couple", IBM Tech Dis Bull, vol. 27, no.9, pp.5096~5099. 1985
- 3) J. P. SHIELDS, "Thermoelectric Coolers", Radio-Electron, vol.59, no.5, pp.61~62.1988
- 4) G. L. DAVIS, "Thermoelectric Cooler Technology", IEE Conf Publ, no.204, pp.40~47. 1981
- 5) C. J. MOLE, "Thermoelectric Cooling Technology", IEEE Trans Ind Appl, vol.8, no.2, pp.108~125. 1972
- 6) T. LUND, "Refrigerating Thermojunctions with Radial Flow of Current", J.Appl.phys, Vol. 49,no. 9, pp.4939~4941 1978