

## 열전 소자를 이용한 에어컨의 개발

### Development of Air conditioner Using TEC Module

정문철, 구경완, 이명섭\*, 한상욱\*\*  
영동대학교, 효영ENG\*, 충남대학교\*\*

M.C.Jeong, K.W.Koo, M.S.Lee\*, S.O.Han\*\*  
Young-dong Univ, Hyoyoung ENG\*, Chungnam Nat' 1 Univ\*\*

#### 요약

본 논문에서는 열전소자(TEC모듈)를 이용한 에어컨의 개발에 대하여 검토한다. 사용한 TEC모듈의 개수와 TEC모듈의 발열부를 냉각하는 FAN냉각방식과 분사냉각방식에 따른 냉각능력을 평가하였다. 분사냉각방식의 경우에는 기존의 에어컨과 동등한 수준의 냉각능력을 갖는다는 것을 알 수 있었다. 급속냉각은 어렵지만 약 1시간 후부터는 충분히 사용 가능하며, 열전소자 한 개당 약 1평을 냉각할 수 있으며, 기존에어컨의 가격에 비해 약 50~70%정도로 충분한 가격 경쟁력이 있다. 빙축열 방식 등을 적용하면, Peak cut등의 효용성으로 상품화 가능성이 매우 크다고 판단된다.

**Key Words** : TEC모듈, Peltier effect, Air conditioner, Water jet

써 냉풍기의 적용가능성을 보였다.

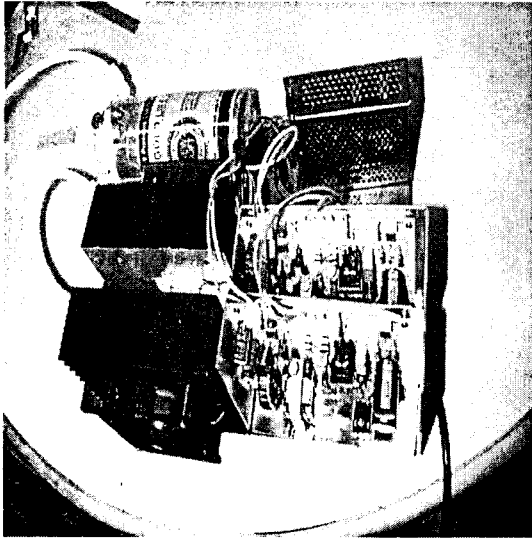
#### 1. 서론

기존의 냉풍기는 프레온 가스(CFC)나 암모니아(NH<sub>3</sub>)등 오존층을 파괴시키는 냉매를 이용했으나, 국제적으로 사용이 규제되고 있어 최근에는 대체냉매를 개발·이용하고 있다. 그러나 대체냉매는 단가가 높아 비경제적이며 사용전력이 커서 여름철 냉방부하의 급증으로 인한 전력예비율을 저하시키는 국가·사회문제가 되고 있다. 따라서 본 실험에서는 열전냉각방식 즉, 펠티어 효과(Peltier effect)를 이용한 열전반도체(TEC모듈)와 자연친화적인 물을 냉매로 사용한 냉풍기를 제작하여 활용 가능성을 평가하였다. 또한, 열전소자의 발열부와 흡열부의 온도차이가 약 60℃임을 감안할 때 발열부의 온도를 떨어뜨리면 같은 흡열능력( $\Delta T=60^\circ\text{C}$ )에서도 냉각능력의 향상이 기대된다. TEC모듈의 발열부를 분사냉각시스템을 이용하여 냉각능력을 향상시킴으로

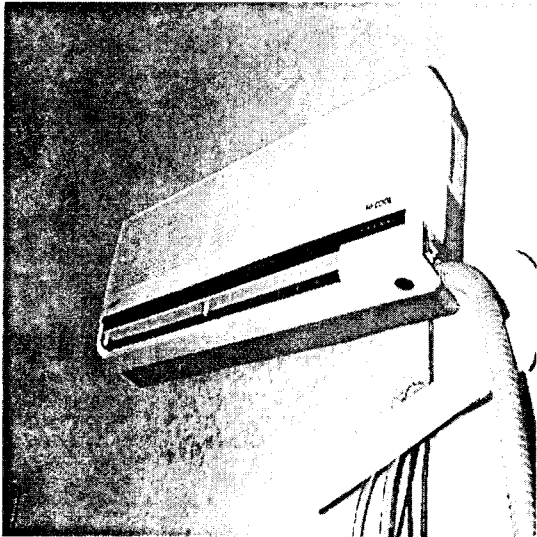
#### 2. 실험방법

그림 1은 TEC모듈을 이용한 냉풍기의 사진으로 (a)열교환기(실외기)와 (b)송풍기(실내기)를 나타낸 것이다. 실험에 사용할 열전소자와 세라믹 기판은 기계적인 충격에 약하므로 사용시 충격에 주의하여야 하며 열전모듈과 열전도체는 접촉저항을 줄이기 위하여 열수지(Thermal grease)를 발라 접촉시킨다. 냉각능력을 향상시키기 위하여 방열판(Heat Sink)에 냉각팬을 부착시켰고 효율을 향상시키기 위해 분사식냉각시스템을 적용하였다. 냉각된 물은 모터를 이용하여 순환시킴으로써 열교환(a)할 수 있게 하였다. 냉각된 물은 송풍관(b)으로써 실내온도를 냉방하도록 하였다. 본 실험에서는 TEC모듈을 이용한 냉풍기로서의 기능을 수행 할 수 있는지를 평가하기 위해서 열전소자 개수(2, 4개)의 증가에

따른 실내온도측정 실험과 실내온도와 실외온도의 차가 3~5℃일 때 인간에게 가장 적당함을 고려하여 실내온도와 실외온도의 차이를 알기 위하여 실내온도의 평형점을 비교하였으며, 또한, 분사식 냉각 시스템을 구성하여 그 특성을 비교하였다.



(a)



(b)

그림 1. TEC Module을 이용한 냉풍기  
(a) 열교환기 (b) 송풍기  
Fig 1. Air conditioner Using TEC Module  
(a) Heat exchanger (b) Air blower

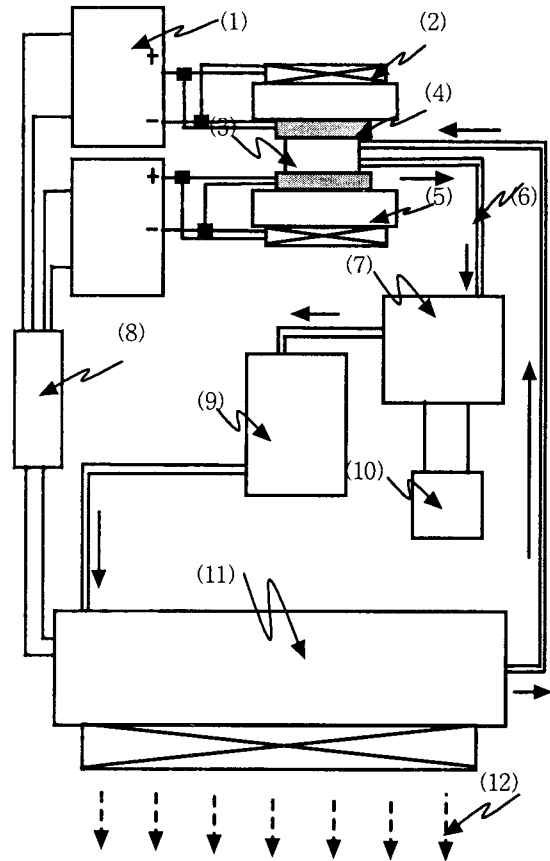


그림 2. TEC Module을 이용한 냉풍기의 구조  
Fig 2. Structure of Air conditioner Using TEC Module

(1) FAN냉각방식

그림 2는 열전소자(TEC모듈)(4)를 이용한 냉풍기의 구조를 나타낸 것이다. SMPS(Switching Mode Power Supply)(1)는 열전소자에 일정한 직류(전압, 전류)를 공급하는 전기장치이고, 열전소자의 냉각부에 부착된 열전도율이 좋은 구리블록(3)에 물을 통과시켜 냉각시키고, 이때 발열부의 열은 방열판(2)과 냉각팬(5)으로 낮춰줌으로써 흡열능력을 좋게 해주었다. 냉각기 2개의 흡열부분을 마주보게 하여 냉각된 물을 통과시켰으며, 냉각된 물은 모터(7)를 통하여 고무호스(6)로 이동하여 단열된 물통(9)을 거쳐 실내기(11)의 팬으로 실내의 온도를 낮춰주고 고무호스(6)를 통하여 열전소자(4)의 냉각부로 순환된다. 구성시 단열 및 외부의 영향을 줄였고 소형화하기 용이하도록 하였으며 소음 및 진동을 유발하지 않도록 하였다.

표 1.  $T_a = 27.0^\circ\text{C}$ 에서 물1L을  $15^\circ\text{C}$ 로 냉각 후 펌프 및 실내기 동작 시 냉풍기의 실내온도 변화 온도변화를 측정

Table 1. Characteristic of air conditioner with air blower operated

TEC 개수	열전소자(TEC 모듈) : 2개, 4개
조건	DC : 12.4V, 전류 : 4.3A, 8.7A 물 : 1 l, 방의 면적 : 약 2평 방의 체적 : $2.4\text{W} \times 2.7\text{D} \times 2.6\text{H m}^3$
측정상황	5분마다 주기적 온도 변화 측정
	초기의 대기 온도 : $15.0^\circ\text{C}$

표 2. 열전소자 2개와 4개를 이용하여 냉풍기의 실내 온도변화를 측정

Table 2. Test condition of air conditioner with two or four TEC Module

TEC 개수	열전소자(TEC 모듈) : 2, 4개
조건	DC : 12.4V, 전류 : 4.3A, 8.7A 물 : 1 l, 방의 면적 : 약 2평 방의 체적 : $2.4\text{W} \times 2.7\text{D} \times 2.6\text{H m}^3$
측정상황	5분마다 주기적 온도 변화 측정
	초기의 대기 온도( $T_a$ ) : $27.0^\circ\text{C}$

### (2) 분사냉각방식

표 1과 표 2와 같이 사용한 TEC모듈 개수·조건 등은 동일하게 하고 TEC모듈의 발열부를 냉각하는 방식을 펜 냉각방식과 분사식냉각방식을 적용하여 비교하였다. 대기중의 온도변화특성을 비교하여 냉풍기의 효율이 어떠한 조건에서 좋은지를 측정하였다.

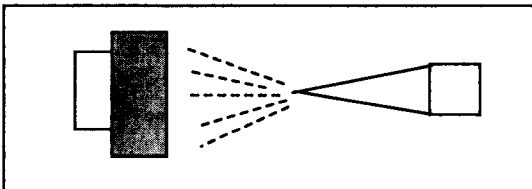


그림 3. 분사냉각방식 (Cooling system of jet type)

### 3. 결과 및 고찰

그림 4는 열전소자의 개수(2, 4개)에 따른 냉풍기의 특성을 실험한 것이다. 시간에 따라 실내기를 통한 실내의 온도는 그래프와 같이 일정하게 떨어지다가 일반적으로 사람들이 감지할 수 있는 실내·외의

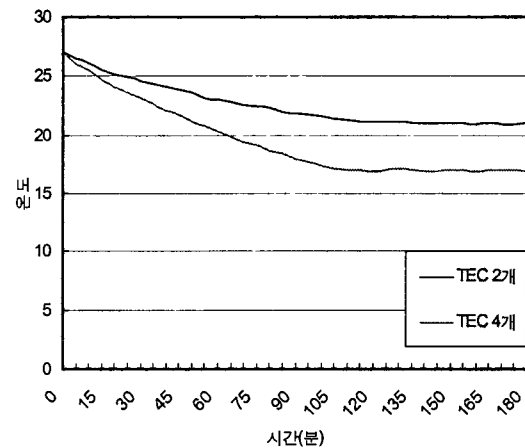


그림 4. 열전소자 2개와 4개를 이용할 때 냉풍기의 실내 온도변화 특성곡선

Fig 4. Characteristic of Air conditioner with two or four TEC Module located

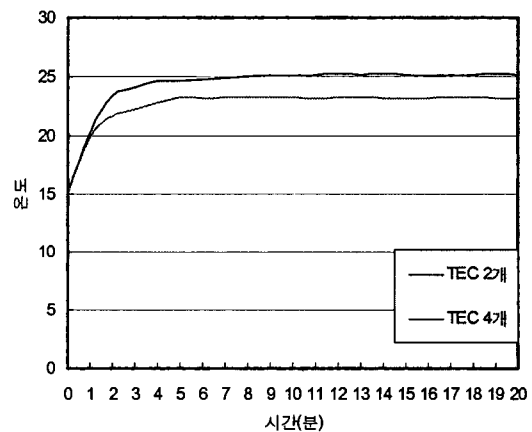


그림 5.  $T_a = 27.0^\circ\text{C}$ 에서 물1L을  $15^\circ\text{C}$ 로 냉각 후 펌프 및 실내기 동작 시 냉풍기의 실내 온도변화 특성곡선

Fig 5. Characteristic of Air conditioner with two or four TEC Module located

온도 차( $\Delta T$ ) 4°C에 도달하는 시간이 열전소자의 개수에 증가에 따라서 도달하는 시간이 단축되는 것과 평형상태에 도달하는 시간이 빨라짐을 확인할 수 있었다. 열전모듈의 증가에 따라 냉방능력이 향상되는 것을 알 수 있다. 그림 5에서는 실내기를 통한 입·출력의 온도의 차이를 나타낸 것이다. 열전소자의 2, 4개는 초기온도(15°C)에서 평형상태의 차이가 각각 1.9°C와 3.8°C로서 사용하는 열전소자가 증가함에 따라 냉각속도가 향상됨을 알 수 있었다.

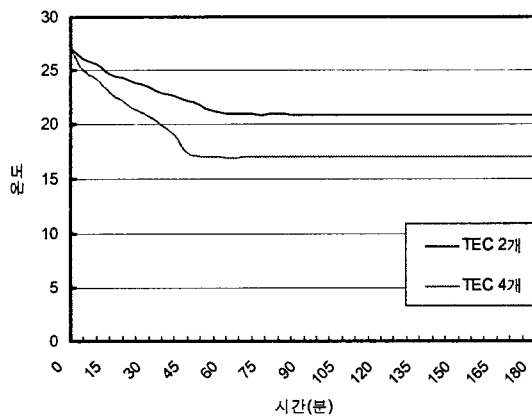


그림 7. 열전소자 2개와 4개를 이용할 때 냉풍기의 실내 온도변화를 측정: 분사냉각방식  
Fig 7. Characteristic of air conditioner with two or four TEC Module(jet type)

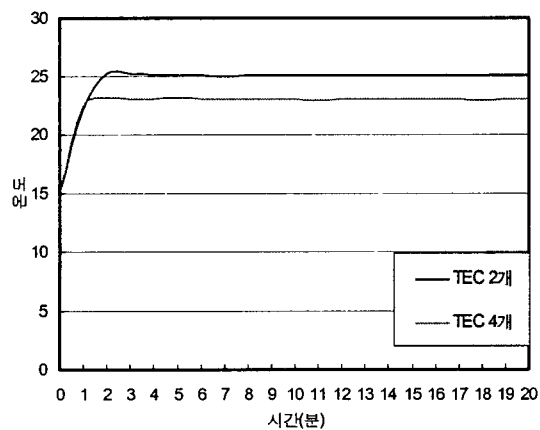


그림 6.  $T_a = 27.0^\circ\text{C}$ 에서 물1L을 15°C로 냉각 후 펌프 및 실내기 동작 시 냉풍기의 실내 온도변화를 측정: 분사식 냉각방식  
Fig 6. Characteristic of air conditioner with four TEC Module(jet type)

그림 6 및 그림 7의 실험결과는 TEC모듈의 발열부에 분사식 냉각 방식을 채용한 것으로 동일조건에서도 일반 팬을 이용한 것(그림4, 그림5)보다는 온도의 변화가 약 1.5배정도 빨라졌다. 분사식 냉각방식이 발열부 온도를 더욱 낮출 수 있어 흡열능력이 향상되었기 때문이다. 기존의 에어컨과 비교할 때 동등한 수준임을 알 수 있었다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 열전소자(TEC모듈)와 물을 냉매로 이용한 냉풍기를 구성하여 열전소자의 개수가(2, 4개)일 때 온도변화실험 및 실내·외 온도차( $\Delta T$ )를 적당한 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 결합된 형태로 급속냉각은 힘들지만 한 시간 후에 사용 가능하는 열전소자 1개당 약 1평을 냉각할 수 있으며 기존의 에어컨의 가격대비 50~60%임을 감안할 때 가격 경제력을 가질 수 있을 것으로 판단된다.
2. 환경친화적인 물을 냉매로 사용하는 이점과 여름철 냉방부하가 몰리는 12~3시 사이의 피크전력을 커트하는 수단으로 심야에 잉여전력을 사용하는 방축열 방식을 도입할 수 있는 이점을 살린다면 상품과 상품화 가능성이 있는 것으로 판단된다.

#### 참고 문헌

- [1] C. J. MOLE. "Thermoelectric Cooling Technology". IEEE Trans Ind Appl. vol.8. no.2. pp.108 ~ 125. 1972
- [2] G. L. DAVIS. "Thermoelectric Cooler Technology". IEEE Conf Publ, no.204. pp. 40 ~ 47. 1981
- [3] J. P. SHIELDS. "Thermoelectric Coolers". radio Electron. vol.59. no.5. pp. 61 ~ 62. 1988
- [4] J. W. DAVIS. et. al. "Peltier Couple". IBM Tech Dis Bull. vol. 27. no.9. pp.5096~5099. 1985