

열전 모듈을 이용한 공기 냉난방 시스템에 관한 연구 A Study on Air-Conditioner System using the Thermoelectric.

*이성준¹, #박종규¹, 김충엽¹, 심진섭¹

*Sung. Jun. Lee¹, #J. G. Park(Chong@changwon.ac.kr)¹, C. Y. Kim¹, J. S. Sin¹

¹창원대학교 기계공학과

Key words : Peltier, Seebeck Effect, Heat Sink, Thermoelectric module, Air-Conditioner

1. 서론

최근 환경오염과 지구온난화가 문제되고 있다. 에어컨과 냉장고 사용의 증가로 인해 냉매의 사용이 늘어만 가고 있고 각 나라에서는 대체 냉매의 개발을 서두르고 있다. 기존의 에어컨에 쓰는 R-22의 경우 교토의정서에 의해 2020년까지만 사용이 가능하고 다른 냉매들은 오존층 파괴를 적게 시킨다는 것뿐이지 파괴가 완전히 없어진 것은 아니다. 본 연구는 펠티어 소자를 연구하여 기존의 냉매를 이용한 에어컨을 대체할 차세대 에어컨을 만들고자 하는 것이 목적이다. 펠티어 소자는 1843년 프랑스의 펠티에가 발견한 열전현상으로 n type과 p type을 접속하여 전류를 흐르게 하면 n type의 전자는 전류의 방향과 반대로 흐르고 p type의 정공(전자의 빈자리)은 전류와 같은 방향으로 흐른다. 따라서 전자와 정공이 떠나는 부분은 열을 흡수하며 전자와 정공이 모이는 부분은 열을 방출한다. 흡열부는 주위온도를 하강시키며 방열부는 주위온도를 상승시키게 되는 원리이다. 펠티어 소자로 에어컨을 만들면 냉각뿐만 아니라 가열 기능을 구현할 수 있으며, 효율적이고 전기적 제어가 용이하며 반영구적이고 친환경적인 효과를 얻을 것으로 기대된다.

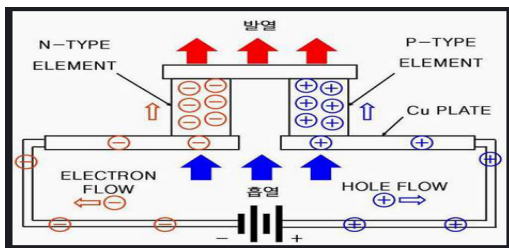


Fig1. Peltier effect

2. 개념 설계

펠티어 소자는 흡열판과 방열판사이의 간격이 좁아서 열전도 현상이 일어난다. 열전도 현상이란 고온부에서 저온부로 열의 이동이 일어나는 것이다. 열의 전도 현상을 최소화 하기위해 Heat Sink를 달았다. 또 펠티어 소자에서 나온 냉각(또는 난방)효과를 극대화 하기위해 열전도율이 낮은 스티로폼(0.031kcal/m. h)으로 펠티어 소자를 cover 함으로서 열효율을 높였다.

우리가 가지고 있는 Heat Sink의 용량을 초과하는 열량이 발생되었을 때 Heat Sink의 기능이 무용지물이 되는 경우가 발생했는데 펠티어 소자에 인가되는 전류의 크기를 바꾸어 줌으로서 우리가 만들고자 하는 냉·난방기의 용량에 맞는 전류와 전압의 양을 측정 했다. 열 발생률 Q 는 전류에 비례한다.

$$Q = \pi_{ab} = -\pi_{ba}$$

π_{ab} = 전류가 a에서 b로 흐를 때 펠티어 계수

π_{ba} = 전류가 b에서 a로 흐를 때 펠티어 계수

$$\pi = \pm (\epsilon_c - \epsilon_F + ek_B T) / q,$$

$$\pi = \alpha T,$$

- α [volt/K] : 제백 계수
- $(\epsilon_c - \epsilon_F)$: 평균 운동에너지
- T : 양단간의 온도

2-1. 펠티어소자

본 연구에 사용한 펠티어 소자는 Wellen사에서 나온 TEC1-12706 소자로서 정격전류 3A이고 최대 전압이고 15.4V 냉각시 최대 흡열량은 53.3W, 최대 온도 격차는 68 °C를 가지고 있다.

Type	Couples	I _{max} (A)	U _{max} (V)	Q _{cmax} (w)	ΔT _{max} °C	Dimension (mm)			R Ω
				ΔT=0	Q _{c=0}	L	M	H	
TEC1-12703	127	3	15.4	26.7	68	40	40	4.92	3.42
TEC1-12704		4		35.6	68	40	40	4.54	3.02
TEC1-12705		5		44.5	68	40	40	4.20	2.40
TEC1-12706		6		53.3	68	40	40	3.82	1.98
TEC1-12707		7		62.2	68	40	40	3.80	1.70
TEC1-12708		8		71.1	68	40	40	3.80	1.50
TEC1-12709		9		80.1	68	40	40	3.37	1.36
TEC1-12710		10		88.9	67	40	40	3.30	1.08
TEC1-12708		8		71.1	68	50	50	5.11	1.50
TEC1-12710		10		88.9	68	50	50	4.50	1.12
TEC1-12712	127	12	15.4	106.7	68	50	50	4.20	0.90
TEC1-12714		14		124.4	68	50	50	4.28	0.81
TEC1-12715		15		133.3	68	50	50	3.61	0.75
TEC1-12710		10		88.9	68	62	62	6.10	1.05
TEC1-12730	127	30	15.4	266.7	68	62	62	4.80	0.27

Table 1 Type of Peltier and specification

2-2. 방열 대책

펄티어 소자와 방열판 사이에는 열전도가 잘 되어야 한다. 그러기 위해서는 펄티어 소자와 방열판 사이를 접촉할 시 열전도성 접촉제를 사용하여야 하는데 본 실험에서는 Loctite사에서 만든 열전도 접촉제인 Loctite384+7387을 이용하여서 펄티어 소자와 방열판 사이의 열전도율을 높였다. 그리고 자체적으로 만든 수랭식 방열판을 이용하여서 방열 대책을 세웠다.

3. 실험 구성

본 실험은 펄티어 소자(TEC1-12706)를 이용하여 전류에 따른 펄티어 소자의 온도 변화를 알아보고 우리가 가지고 있는 방열판으로 최선의 냉각(보온)온도를 찾아보는 실험을 해보았다. 전압 및 전류를 독립변수로, 온도를 종속변수로 두고 측정하였다. (실온 18.7°C에서 측정)

실험은 Voltage의 변화(2.4v, 3.6v, 4.5v)와 Ampere의 변화(1A, 2A)로 측정을 하였고 냉각 효율과 난방 효율이 가장 좋은 3.6V 1A와 가장 효율이 안 좋은 2.4V 1A를 Fig2.에서 비교해 보았다. 우리가 찾은 TEC1-12706의 실온 18.7°C에서의 최하 온도는 6.7°C 이였고 최고 온도는 54.8°C이었다. 방열판의 방열 효과가 좋지 않아 온도가 계속 올라감으로써 냉각효과를 기대하기 어렵다.

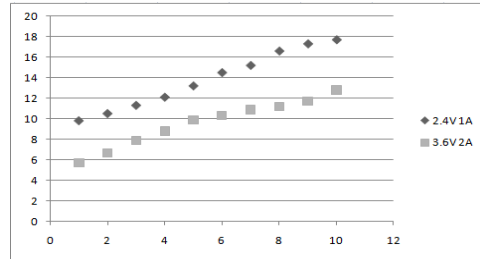
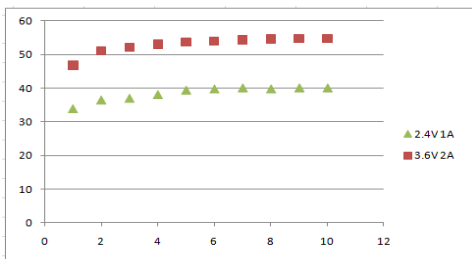


Fig2. Temperature variances of each surface of peltier element according to directions of applied voltage

4. 결론

이번 실험을 통하여 펄티어 소자(TEC1-12706)의 최고 효율 V와 A를 찾아보았고 펄티어 소자의 성질에 대하여 알아 볼 수 있었다. 그러나 방열 대책이 완벽하지 못하여 흡열판과 발열판 사이에 전도가 일어나 일정시간이 지난 후에는 흡열판과 발열판이 같이 온도가 올라가는 현상이 일어났다. 전도를 줄이기 위해서 Heat Sink와 여러 가지 방열 대책을 세워 보았지만 시간이 지남에 따라 흡열판에 온도가 높아지는 것을 멈출 수 없었다.

결론적으로 펄티어 소자를 이용한 냉난방기가 효율적으로 사용되기 위해서는 다른 식으로 접근하는 것이 필요하다.

I 수랭식 방열판을 이용한 설비를 설치하는 방법. - Heat Sink의 효율이 높아짐으로서 더 나은 냉각효과를 기대된다.

II 펄티어 소자의 흡열판과 발열판의 거리를 크게 하는 방법. - 펄티어 흡열판과 발열판의 열전도현상을 줄임으로서 냉각효과가 기대된다.

참고문헌

- 황준, 강병하, 열전모듈을 이용한 냉방기의 최적 운전 조건에 관한 시험적 연구” 설비공학 논문집 제18권1호.
- 정은수, “전도냉각형 펄티어 잔류 도입선의 최적화” 설비 공학 논문집 제17권제8호
- 이상일, 최진욱, 이동렬 “펄티어 소자를 이용한 냉각 성능에 관한 연구” 대한 설비 공학회 2006하계 학술 발표대회 논문집.
- 장민규, 이규호, 노건철, 정영득, “펄티어 소자를 이용한 금속 냉각 시스템의 개발” 한국 동력 기계 공학회지 제13권 제4호.