

Peltier 열전소자를 이용한 자작 한뼘 에어컨

450 BTU, 180W

design model : Toyota Sienna mini-Van

내용이 계속 업데이트 될 수 있으므로
링크를 타고 들어와 가끔 신규 버전을
확인하고 다운받아 정보를 업데이트 하세요.

by drSunnyLee

<http://drSunnyLee.com>

#내차로세계여행

#차박전기

#drSunnyLee

http://drsunnylee.com/do_view.php?it=4615 (이 주소 클릭)

열전소자 (ThermoElectric Module - TEM)

- 전기를 열로, 열을 전기로 치환하는 모듈 또는 전기장치
- 200년전 프랑스 Peltier가 발견한 현상
- 서로 다른 두개의 소자 양단에 직류 전압을 가하면 전류의 방향에 따라 한쪽 면에서는 흡열하고 반대 면에서는 발열을 일으키는 현상

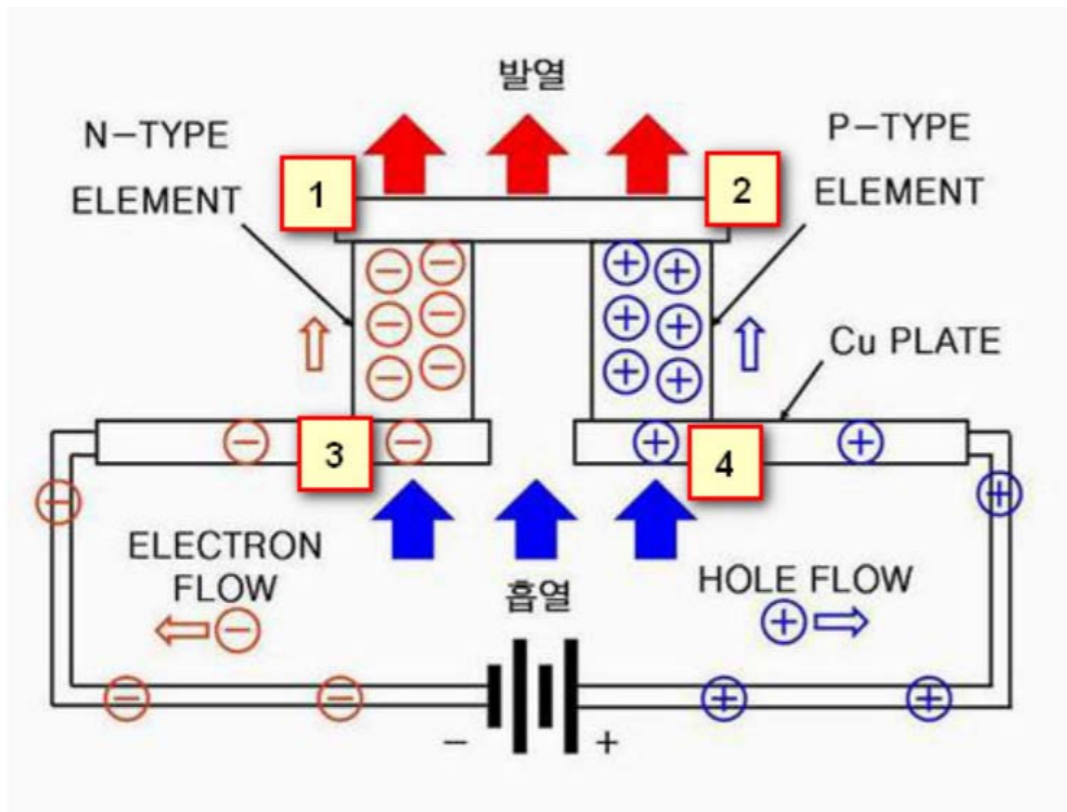
열전소자 (ThermoElectric Module - TEM)

발열의 원리 [1]-[2]

= [3]-[1]로 흐르는 전자와 [4]-[3]으로 흐르는 양자가 [1]-[2]면의 저항값에 의하여 발열이 발생한다.

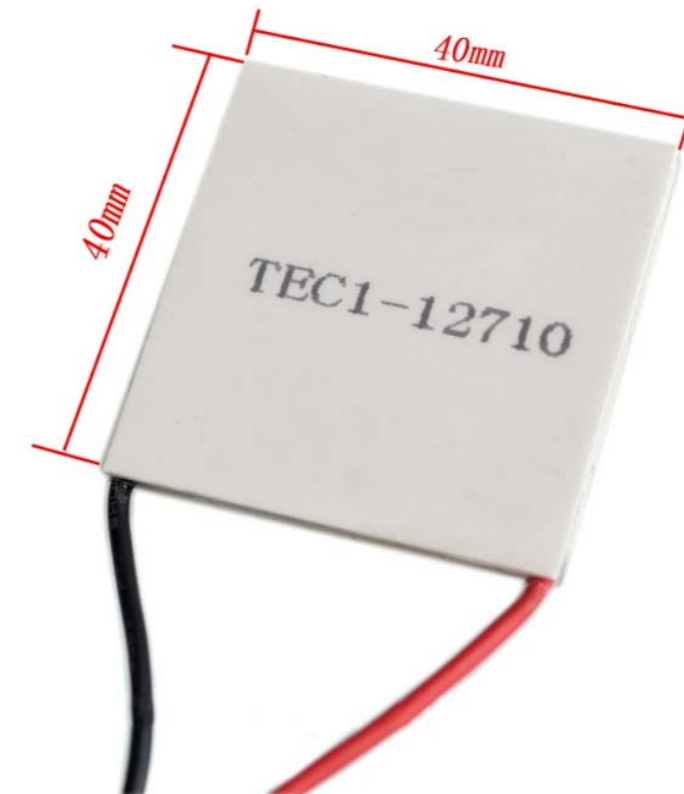
흡열의 원리 [3]-[4]

= 발열로 빼앗기 열량 만큼 반대면에서 열을 흡수, 즉 냉각현상이 발생한다.



열전소자 (ThermoElectric Module - TEM) 의 외형

- = 발열면과 흡열(냉각)면의 온도 차이는 대략 60도 범위
- = 양면이 세라믹으로 처리 됨
- = [1]-[2]면의 저항 값에 따라 발열량이 결정
- = 발열효과가 좋으면, 흡열(냉각) 효과도 좋아짐
- = TES - Small size
- = TEC - Common Size (4cm x 4cm) - 두께는 3.4~4 mm
- = TEC1-21710
 - 1 : Style - 각형
 - 217 - N+P 엘레먼트의 갯수
 - 10 - Ampere
 - 즉 TEC1-21710은 10Amp x 12V = 120 Watt
- = 전극이 바뀌면 발열과 흡열면도 바뀜 (냉풍기/온풍기 겸용)



열전소자의 장점

- = 고체 구조를 갖기 때문에 높은 신뢰성과 반영구적으로 사용가능
- = 필요 공간이 아주 작아 공간이 좁은 곳에 응용분야
- = 같은 열전소자로 가열과 냉각의 두 가지 기능을 제공
- = 주위 온도(환경 온도)보다 더 낮게 냉각이 가능 (영하 -10C 이하)
- = 적절한 제어 시스템을 갖추면 $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ 보다 더 정밀한 온도 제어가 가능 (전류제어)
- = 가격이 저렴 (US\$ 1- 3)하고 다양한 전압과 전류를 선택

열전소자의 단점

- = 에너지 효율이 낮아 같은 흡열능력을 얻기위해 일반 냉매를 이용한 열교환 방식보다 많은 전력을 소비
- = 대용량 냉각보다 소용량 냉각에 주로 응용되는 한계

열전소자의 특성

- = 효율을 높이기 위해서는 발열면의 성능이 중요 (허용온도 넘으면 소자가 망가짐)
- = 최고냉각능력(Q_{\max})에 도달한 후에는 더 이상 전압을 증가시켜도 능력이 더 나오지 않는다
- = 발열부와 냉각부를 분리하고, 발열부는 반드시 냉각을 시켜야 한다. (단열제 사용)

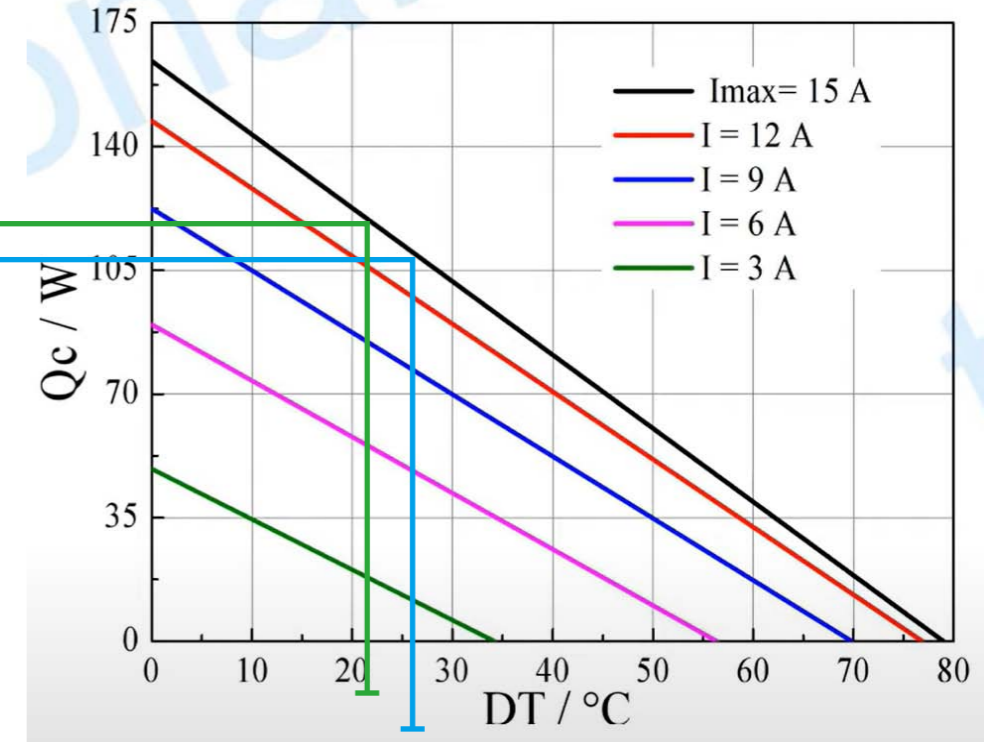
냉각면 / 발열면 확인

- = 12V DC를 펄티어 모듈에 인가하면 냉각면을 찾을 수 있다.

사용할 TEM = TEC1-12715 (110 Watt 냉방출력, COP 0.62)

- = 목표 냉방 온도 (T_c) : 21C (70F) ~ 26C (79F), 중앙값 23.5C (74F)
- = @ 21C --> 115 W 냉방출력
- = @ 26C --> 110 W 냉방출력

TEC12715 Performance Curves at $T_h=50^{\circ}\text{C}$



냉방공간과 소요 냉방 (76 Watt 소요)

- = Sienna 냉방환경
 - 중앙통로+좌측 창문 + 우측 창문 + 뒷 창문 모두 Blackout 커튼 단열
 - 실내 공간 : 면적 1.1평 (3.4m²) x 높이 90cm
면적 30 SFT x 3 FT = 90 CFT
 - 실내 온도 : 최저 21C (70F) ~ 26C (78F) : Median 23.5C(74F)
- = 소요냉방량 (Consumer Report 표준안)
 - 20 BTU (1 SQF x 7 FT = 7 CFT)가 필요
- = Sienna 냉방 소요량 계산
 - 90 CFT / 7CFT x 20 BTU = 260 BTU
 - 1 W = 3.41 BTU/h
 - 260 BTU = 76 Watt 냉방출력이 필요

'한뼘이'의 배터리 일일 소모량 예측 (55 AH)

- = 목표 냉방 온도 : 21C (70F) ~ 26C (79F), 중앙값 23.5C (74F)
- = 정상 운전시 Run-time 0.5 (5분 가동, 5분 휴지) .. 가정
 - *) 실내 온도가 내려 갈수록 가동시간 단축
- = 가동중 소모 전력 : 15 Amp x 12 VDC = 180 Watt
- = 시간당 소모 전력 : 0.5 x 180 Watt = 90 Watt (약 7.5 Amp)
- = 저녁 8시간 사용량 : 7.5 AH x 8 = 50 ~ 60 A/H

냉방영향 : 공기순환, 커튼, 단열, 문, 공간 높이, 동작온도 설정, 낮 동안 달구어진 내부, 펠티에의 방열효과 (냉각효과)에 따라 소모 전력 변동

내 파뼘이 100AH 인산철인 경우

(가정 1) 주행중 충전기만 있고 솔라가 없는 경우 1일 캠핑

- = 차박지 도착시 만충 상태로 가정 (100AH)
- = 냉장고 전력소모 (비주행중) = 14시간 x 6 Amp x 0.5 = 42 AH
- = 에어컨 : 6 시간 x 7 Ah = 42 AH
- = 잔량 (100 - 84) = 16 AH

(가정 2) 주행중 충전기와 솔라 150W가 있는 경우 1일 캠핑

- = 차박지 도착시 만충 상태로 가정 (100AH)
- = 차박지 정차시 솔라 충전 = 14시간 x 4 Amp = 50 AH
- = 냉장고 전력소모 (비주행중) = 14시간 x 6 Amp x 0.5 = 42 AH
- = 에어컨 : 8 시간 x 7 Ah = 56 AH
- = 잔량 (100 + 50 - 42 - 56) = 52 AH

'한뼘이'의 여름철 전기 소모량

- = A/C 예상전력 소모 예측량 (8시간) : 7AH x 8 = 56 AH
- = 냉장고 여름 전력소모량 (24시간) : 6AH x 0.6 x 24H = 72 AH
- = 노트북 (6시간) : 2.5 AH x 6 H = 15 AH
- = 밥솥 (1일 1회) : 18AH
- = 조리 : 700 W x 15분 x 2회 = 60A x 0.25H x 2회 = 30AH
- = 커피 : 600 W x 4분 x 3회 = 50A x 12분 = 10AH
- = 기타 : LED 실내 등, 선풍기, USB 충전 등 = 8 AH

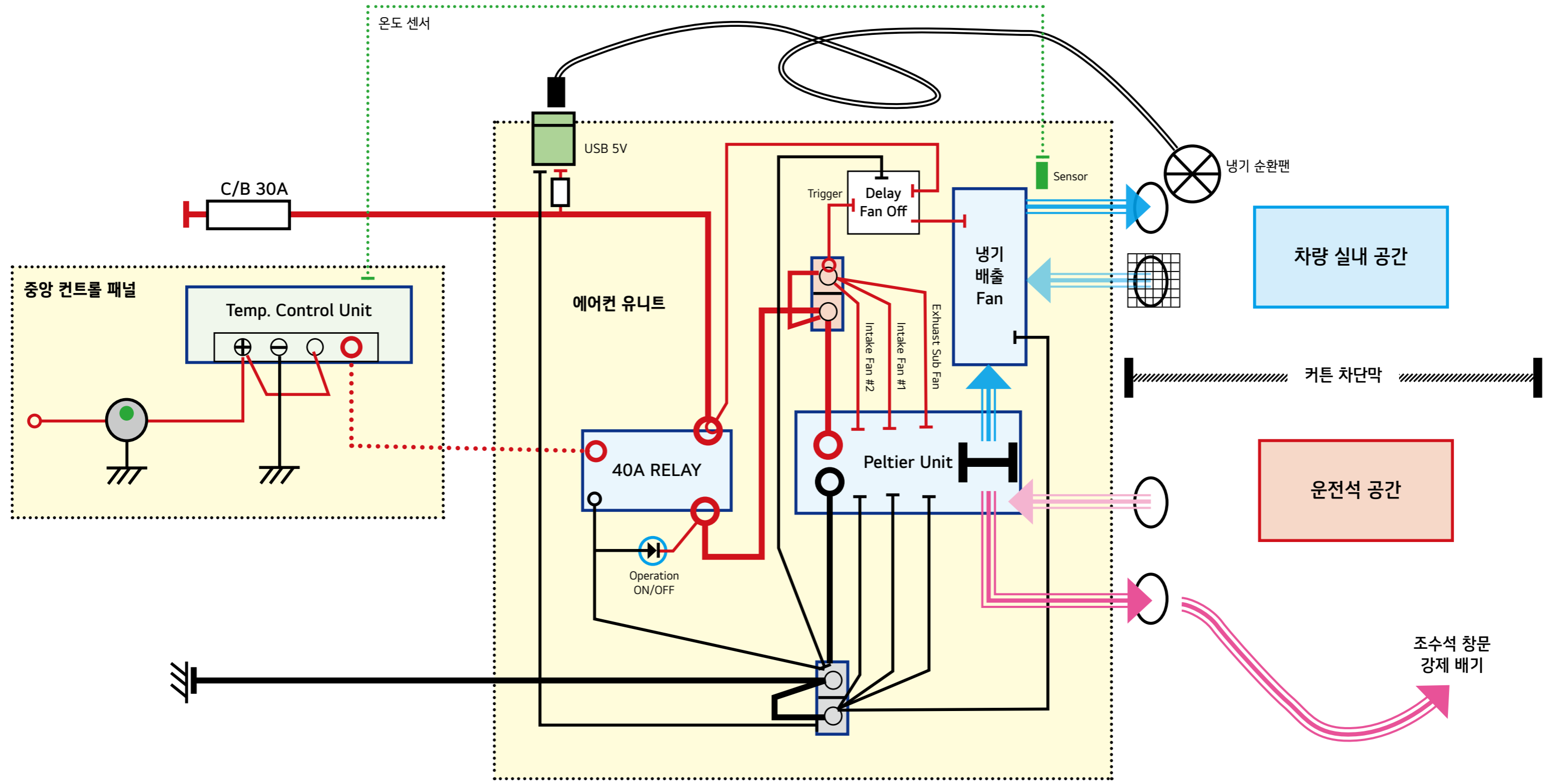
Before (153 AH) => After (209 AH)

'한뼘이'의 파뼘 잔원 (#1:320AH, #2:280AH, 총 600AH)

- = 솔라 없음, 주행중 충전기 50A, 한전충전기 55A
- = 일일 평균 3시간 주행 = 3 시간 x 50A = 150 AH 충전
- = A/C 설치 전 : 항상 만충 상태가 대부분 .. 한전충전 불요
- = A/C 설치 후 : 매일 50~60 AH 정도 미달 .. 일주일에 한번 한전충전
- = 주행 충전없이 외지차박 3-4일 가능 (Gas 주방 가동)

결론 : '한뼘이'는 3-4일, 100AH 파뼘은 1일 에어컨 가동 가능

한뼌 에어컨 배선도



소요부품 리스트

01. Peltier Cooling Unit (180W, 20A) = \$40
02. 30A Circuit Breaker = \$12
03. Bus Bar Terminal Block = \$2
04. Temperature Control Unit (12VDC) = \$4
05. 컨트롤 패널 LED ON/OFF SW = \$1
06. Relay (40A) = \$4
07. 냉각 동작 LED 표시 = \$3
08. 냉기배출 Fan (8x8cm) = \$5
09. 먼지 필터 (8x8 cm) = \$1
10. 외부 냉기 순환 팬 = \$8
11. 12-5V USB Power = \$10
12. 냉기배출 팬 지연 종료 모듈 = \$5
13. 열풍배출 덕트 (7cm x 1.5m) = \$15

----- 예산 : USD 110 -----
 부품 구매처 : 중국 AliExpress



01. 펠티에 쿨링 유닛 (12V DC, 180 Watt)



02. Circuit Breaker (30A)



03. 터미널 블록 (6 포트)



04. 온도 컨트롤 유닛 (12V DC)



05. AC 시스템 ON/OFF @ 컨트롤패널



06. Relay (40~80A, 12V DC)



07. 냉각동작 표시 LED (12V DC)



08. 냉기배출 Fan (8x8cm, 12V DC)



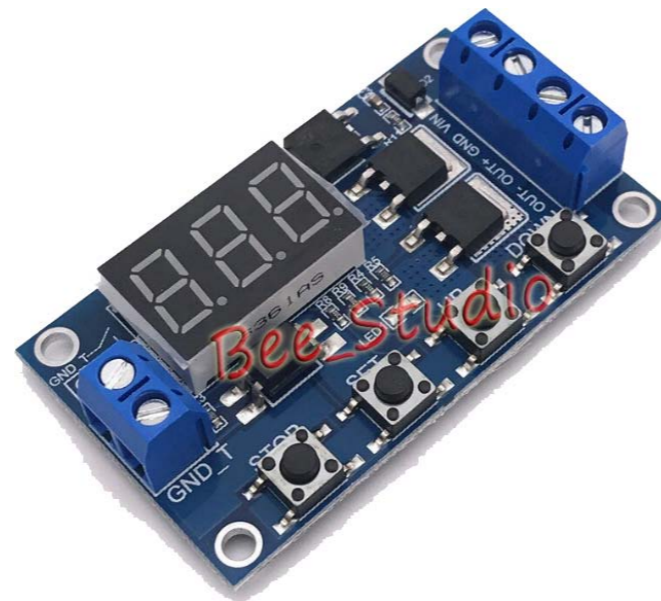
09. 먼지 필터 (8x8cm)



10. 에어컨 냉기 실내 순환 Fan (5V DC)



11. 냉기순환 Fan 전원 및 카메라 등 충전 포트

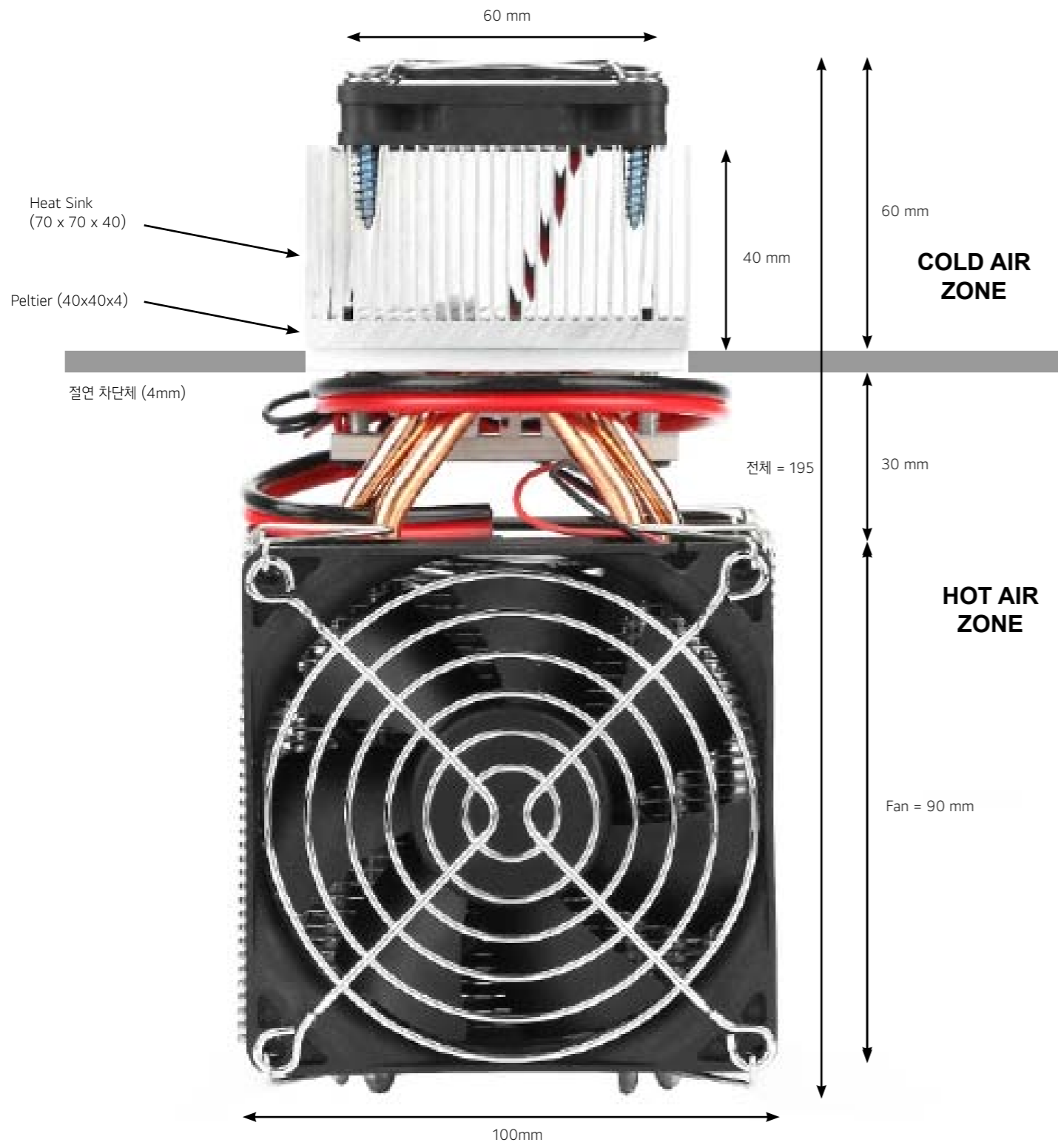


12. 냉기 배출 Fan 지연 종료 모듈 (제습기능)

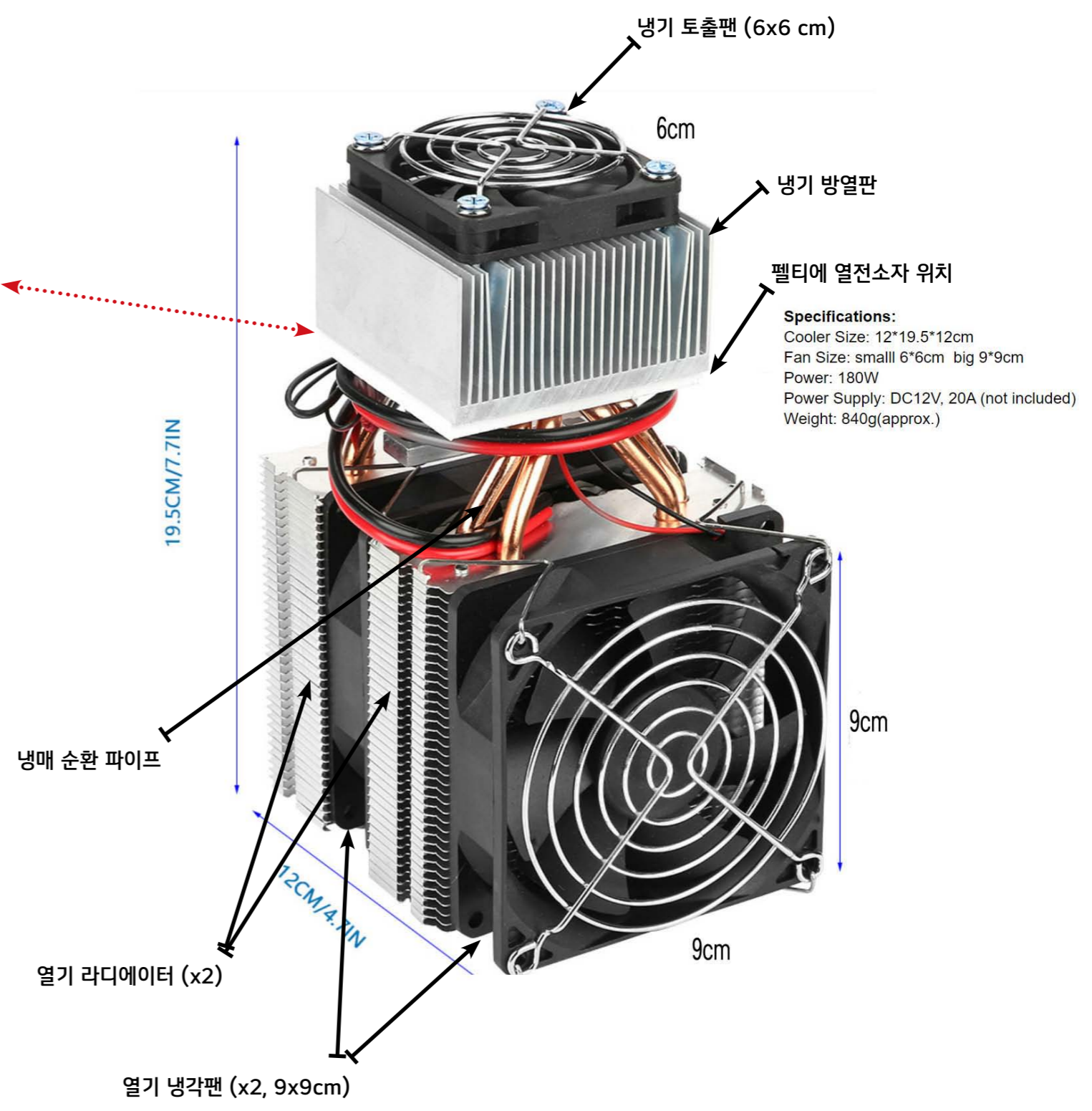


13. 에어컨 열풍 배출 덕트 (7cm x1.5m)

Peltier 냉각기 구조



100x120x195



'한뼘이' A/C 측면도

