한국신·재생에너지학회 2007년도 춘계학술대회논문집 pp.343~345

Fullerene과 Polyaniline을 이용한 유기 Peltier소자의 개발

이 채정[1], 김 주용[2]

Preparation of Organic Peltier using Fullerene/Polyaniline

Chaejung Lee, Jooyong Kim

Key words : Peltier, Thermoelectric Cooler, TEC, 펠티어 효과, 열전소자, 열전모듈

Abstract : Temperature difference between two plates occurs when a current is passed though two semi-conductors that are connected each other at two junctions. The current drives a transfer of heat from one junction to the other. In this study, the thermoelectric module based on th "Peltier effect" was made by combing fullerene and polyaniline. Continuous temperature measurements on both surfaces were performed at room temperature(25.4℃) by an infrared non-contact thermometer. The results showed that cooling effect of 2.2℃ was attained by 30 seconds, after which the effect was continuously vanished mainly due to electro decomposition.

1. 서 론

지구 온난화 및 삶의 질적 변화 등에 따라 cooling 효과는 중요한 특성으로 대두대고 있다. Peltier 효과는 이종 재료의 양단에 직류 전원을 인가하면 한 쪽 면이 발열하고 다른 쪽에서는 흡열하는 현상으로 열전 모듈에 의한 냉각을 가능케 하는 기본개념이 되고 있다.[1] 기존의 것은 지속적인 냉매의 보충이 필요하고 무거운 단점이 있으나 이는 냉매를 필요치 않으므로 소모 자원 비용의 절감 측면에서 그 효과를 극대화 시킬 수 있다. 이 논문에서는 Fullerene과 Polyaniline을 이용해 Peltier소자를 제조하였다.

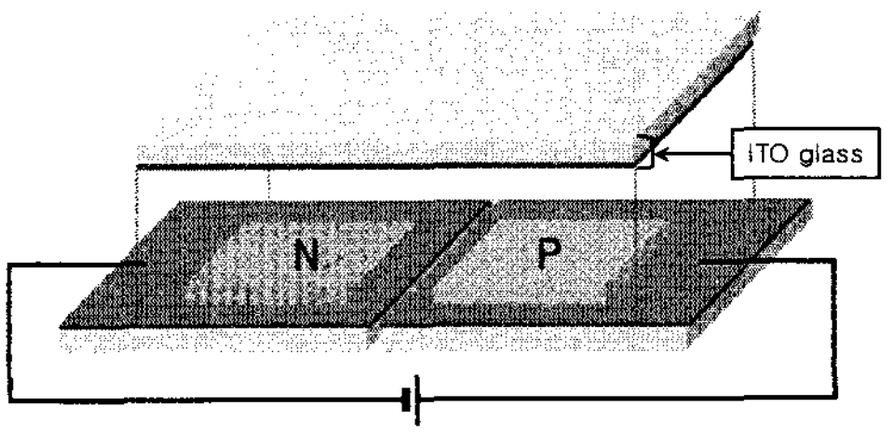
2. 실험

2.1 실험 장치 및 재료

본 논문에서는 ITO glass와 N-type으로는 Fullerene, P-type으로는 Polyaniline emeraldine (Mw 10,000 Sigma Aldrich)를 그리고 m-cresol (Min 98.0% Junsei), n-Dodecylbenzenesulfonic Acid(90% Kanto)를 사용하였다. 또한 측정을 위해 DC Power Supply(ED Laboratory)와 비 접촉식 적외선 온도계(Raytek®)를 사용하였다.

2.2 실험 조건 및 순서

N-type은 자유전자가 여분으로 존재하는 것으로 Negative인 전자가 캐리어가 되므로 N-type이라하고 P-type은 전자 하나가 부족해서 정공이 생기는 것으로 여기서 캐리어는 Positive인 정공이므로 P-type이라고 한다. 먼저 전극으로 사용하기 위해 ITO glass를 준비하였다.



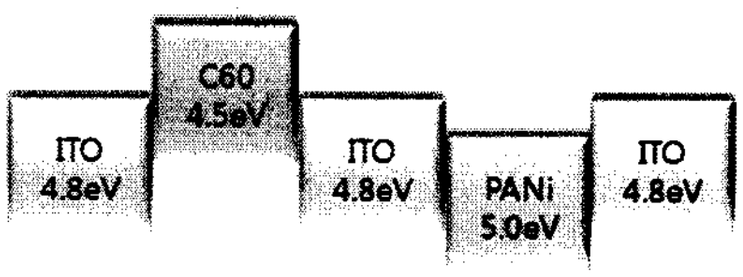
Picture. 1 Structure of Peltier Module

2.2.1 Polyaniline의 도핑

P-type의 Polyaniline emeraldine을 도핑하기 위해 dopant로 n-Dodecylbenzenesulfonic Acid 1.5g를 Polyaniline emeraldine 0.4g과 m-cresol 20ml에 용해시켜 준비하였다.

2.2.2 재료의 일함수

일함수란 물질 내에 있는 전자를 밖으로 끌어내는 데 필요한 최소의 일이다. 물질 내의 전자가 가득 찬 최고의 준위와 바깥의 전위차이다. 본 연구에 사용된 재료의 일함수는 아래와 같다.



Picture. 2 재료의 일함수

물질 간의 최대 일함수 차이는 0.3eV이다. 따라서 소자에 가해줄 전압은 다음과 같이 계산되어질 수 있다.

Fullerene의 분자량은 720이므로 증착된 Fullerene의 양은 0.0003g 이므로

$$1mol : 720g = xmol : 0.0003g$$
$$x = 4.17*10^{-7}mol$$

가 된다.

아보가드로의 수에 따라 사용된 Fullerene의 수는 다음과 같다.

$$1mol : 6.022*10^{23} = 4.17*10^{-7} : y$$
$$y = 4.17*10^{-7}*6.022*10^{23} = 2.51*10^{17}$$

일함수의 단위인 eV는 다음과 같이 정의된다.

$$1eV = 1e*1V = 1.6*10^{-19}C*1V$$
$$= 1.6*10^{-19}J$$

따라서 최대 일함수 차이는 0.3eV이고 Fullerene은 6개의 전자를 가질 수 있으므로

$$0.3eV = 1.6*10^{-19}*2.51*10^{17}*6*zV$$
$$0.3eV = 0.241*zV$$
$$z = 1.25V$$

0.3eV 만큼의 차이가 나는 소자에 1.26V 이상의 전압을 가해주면 전자가 이동할 수 있게 된다.

2.2.3 실험순서

① ITO glass위에 도핑된 Polyaniline을 Doctor Blade방법으로 코팅시킨다.

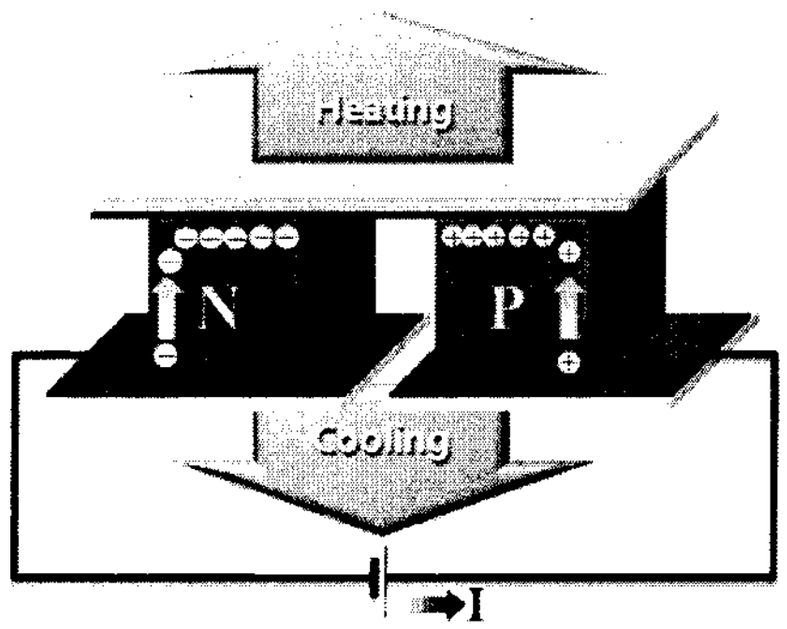
② ITO glass위에 Fullerene을 증착시킨 후 그 위에 ITO glass를 덮는다.

③ ITO glass를 접착시킨 후 DC power supply를 연결하여 1.5V를 가해준다.

④ 비 접촉식 적외선 온도계(Raytek®)를 이용하여 25.4℃에서 시간에 따른 온도 측정을 한다.

2.3 실험 재료의 특성

Fullerene은 탄소 60개로 이루어진 것으로 가장 안정한 형태를 지니기 위해서 축구공모양의 구형을 이룬다. 이러한 구조적 특징에 의해 N-type의 특징을 띄게 된다.



Picture. 3 Peltier 소자의 작동원리

또한 Polyaniline은 공기 중에서 안정하고 Dopant에 의해 유기용매에 대한 용해도와 전기전도도가 증가된다. 따라서 금속판 사이에 전압을 인가하여 전도성 물질을 통해 전류가 흐르게 되면 전자와 정공의 이동에 따라 열이 이동하여 금속의 윗면과 아랫면의 열 흡수와 열 방출 현상을 관찰 할 수 있다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 실험 결과

Fullerene은 탄소 60개로 이루어진 것으로 가장 안정한 형태를 지니기 위해서 축구공모양의 구형을 이룬다. 이러한 구조적 특징에 의해 N-type의 특징을 띄게 된다. 또한 Polyaniline은 공기 중에서 안정하고 Dopant에 의해 유기용매에 대한 용해도와 전기전도도가 증가된다.[2] 따라서 ITO glass 사이에 전압을 인가하여 전도성 물질을 통해 전류가 흐르게 되면 전자와 정공(hole)의 이동에 따라 열이 이동하여 ITO glass의 윗면과 아랫면의 열 흡수와 열 방출 현상을 다음과 같이 관찰할 수 있다.

Table. 1 온도 측정 결과

sec	Cooling side	Heating side	degree of cooling
5	23.4	25.8	2.0
10	23.2	24.8	2.2
15	24.2	26.8	1.2
20	23.8	24.8	1.6
25	24.8	26.2	0.6
30	25.2	26.2	0.2
35	25.8	26.8	-0.4
40	25.2	26.8	0.2
45	25.4	26.6	0
50	25.6	27.6	-0.2

비 접촉식 온도계로 측정한 결과 대기 중 온도 25.4℃에서 최소 1.0℃에서 최대 2.6℃까지 차이가 났으며, 대기 온도와 비교하 였을 때 2.2℃까지 온도가 내려가는 것으로 측정되었다.

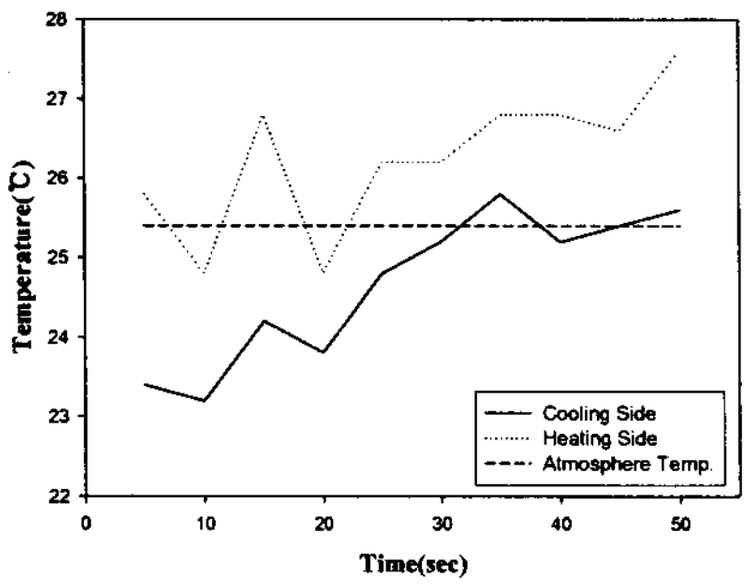


Fig. 1 측정 그래프

4. 결 론

본 논문에서는 효과적인 냉각을 위해 열전소자를 이용한 Fullerene과 Polyaniline의 Peltier를 제작하였고 Peltier의 시간에 따른 온도변화를 측정해 보았다. 비록 제조된 Peltier에서 30초 이후 Cooling side와 Heating side 모두 온도가 올라가는 것이 관찰되었으나 대기 온도 25.4℃에서 측정한 결과 cooling된 정도가 2.2℃로 관찰되었다. 이를 통해 가볍고 소모 자원 비용을 절감할 수 있는 유기 Peltier 소자의 가능성을 보였다.

References

[1] Jooyong Kim, Jun-Hyung Song, Kyung-Joon Kim, *International Fiber Conference 2006*, 299~300

[2] Seung-A Lee, Jooyong Kim, *Journal of DongHua University*, 2006, 23(5), 24~26