

# 열전소자를 적용한 전기자동차 충전에 관한 연구

이진욱\* · 정수성\*\* · 김영곤\*

\*한국산업기술대학교, \*\*P&C

## A study on the application of thermoelectric module to electric vehicle for charge

Jin-Wook Lee\* · Soo-Sung Jung\*\* · Young-Gon Kim\*

\*Korea Polytechnic University, \*\*P&C

E-mail : jwnlee85@kpu.ac.kr

### 요 약

각 학문의 지식의 공유와 정보량이 많아지면서, 다양한 산업 전반에 걸친 기술 발전은 에너지 수요를 급증시켰다. 발전된 기술들은 대체 에너지를 발견 해내었고, 효율 증진을 위해 관련연구들은 진행 중이다. 전기 자동차가 탄생한 이유에는 오늘날의 기후변화 문제도 있겠지만, 활용 가능한 대체에너지원들의 효율성이 높아진 이유일 것이다. 본 논문은 열에너지로부터 전기자동차와 열전소자 이용 방안에 관해 제안한다.

### ABSTRACT

Because of the increase in information and knowledge sharing in various fields, technological development across various industries were growing energy demand. Advanced technologies was done to find alternative energy sources. Relevant studies are under way to promote efficiency of energy source. The problem of climate change is not the only reason why made electric cars. it is because of the efficiency of the utilization of alternative energy sources has improved. In this paper we focuses about usage of thermoelectric effect with electric cars.

### 키워드

열전소자, 제벡효과(Seebeck effect), 전기자동차, 리튬 이온전지, 폐열회수, 열전발전

## 1. 서 론

오늘날 에너지 수요 급증과 기후변화의 주범으로 화석연료 사용이 지목되고 있으며, 선진국을 중심으로 대체 에너지원 확보에 노력이 전개되고 있다. 원자력발전, 화력발전 등의 수많은 인명과 환경에 피해를 줄 수 있는 가능성이 높은 에너지원에서 풍력, 조력, 태양광, 태양열, 열전효과 등의 대체에너지원으로서의 움직임이 일어나고 있다. 풍력, 조력, 태양광의 대체에너지는 기술 진보의 한계, 경제성 등으로 큰 진전을 보지 못하고 있는데, 최근 들어 기존 원자력발전소, 화력발전소 등의 발전소에서 낭비되고 있는 폐열을 회수해 전기에너지로 변환하여 연료효율을 향상시키는 열

전소자를 이용한 방식이 주목을 받고 있다. 열전소자는 ‘펄티에효과(Peltier effect)’ 및 ‘제벡효과(Seebeck effect)’ 물리현상을 이용하여 열을 전기로 변환시키고, 반대로 전기를 이용하여 온도차를 발생시킬 수 있어 오늘날 에너지 절감이라는 시대적 요구에 잘 부응하는 소재이자 기술이다. 이미 열전소자 기술은 산업전반에 걸쳐 광범위하게 활용되고 있으며, 선진국들은 효율 증진을 위해 연구가 수행되고 있다.

본 논문에서는 대체에너지이자 친환경 에너지로 부상하고 있는 열전소자 기술의 장점을 전기자동차의 차체에 적용하여 리튬 이온전지를 충전시킬 수 있는 시스템의 적합성을 판단하고자 한

다. 본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 열전소재, 전기자동차, 리튬 이온전지의 관련연구와 적용사례를 살펴보고, 3장에서는 제안방법을 설명하고, 마지막 4장에서는 결론을 기술한다.

## II. 관련연구

### 1. 열전 효과

열전 효과(熱電效果, thermoelectric effect), 열에너지와 전기에너지가 상호작용하는 효과를 총칭하는 개념으로서, 제벡 효과(Seebeck effect), 펠티에 효과(Peltier effect), 톰슨 효과(Thomson effect)의 세 가지 현상을 총칭하여 열전효과라 한다[1].

### 2. 열전발전모듈(TEM : thermoelectric module)

그림 1.과 같이 n형과 p형 소자가 접합된 형태로 되어 있으며, 한 면에 열을 공급하고 다른 반대 면에서는 열을 제거하여 온도차가 발생하면 제벡 효과(Seebeck effect)에 의해 전기가 발생한다[2].

### 3. 리튬 이온전지

리튬 이온전지가 주로 많이 사용되고 있으며 에너지 밀도와 전력 밀도 측면에서 납전지보다 약 3배 뛰어나고, 수명은 1,000회 이상으로 납전지보다 약 3.3배, 니켈 수소전지보다 약 2배의 성능을 갖고 있다[3].

### 4. 제벡 효과(Seebeck effect)

1821년 독일의 물리학자 Seebeck은 열전현상을 처음으로 발견한 사람으로 그의 이름을 따서 이러한 현상을 제벡 효과라고 부른다. 전기적 특성이 서로 다른 2개의 금속 접속점에 온도 구배를 가해주면 뜨거운 쪽에서 차가운 쪽으로 열의 흐름이 발생하면서 전로 또는 전압이 발생하게 된다[4].

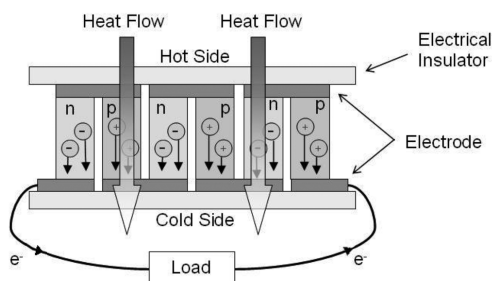


그림 1. Configuration of TEM

### 5. 전기자동차

동력원을 이차전지(Battery)에 충전된 전기로만 주행하는 배터리전기자동차(BEV : Battery Electric Vehicle), 이차전지-모터로 구성된 전동시스템과 엔진의 내연기관을 함께 장착한 하이브리드 자동차(HEV: Hybrid Electric Vehicle) 그리고 HEV에 장착된 전지용량을 키우고 배전망으로부터 충전이 가능하도록 한 플러그인 하이브리드 자동차(Plug-in Hybrid Electric Vehicle)로 대별된다[5].

## III. 제벡 효과를 이용한 에너지 활용

본 장에서는 제안 사항을 위해 전기 자동차에 열전소자의 제벡 효과(Seebeck effect) 이론을 적용하는 구조를 설명한다.

### 3.1 모델

대부분의 자동차들은 주행시간에 비하면 주차되어있는 시간이 절대적으로 많다. 화석연료를 이용하는 자동차는 주유소를 이용하여 에너지원을 보충을 하지만, 전기자동차는 사용자가 목표장소에 도착 및 주차를 하고 추가적으로 태양전지모듈이 설치된 장소나 특정 콘센트를 이용하여 상시로 리튬 이온전지를 충전하여야 한다.

햇빛에 노출된 야외 주차장에 차를 장시간 주차해 놓았을 때 뜨거워진 차체를 확인할 수 있다. 제벡 효과를 이용한 열전소자를 효율적으로 이용할 수 있도록 차량의 하늘방향인 보닛, 지붕, 트렁크 등의 외장에 장착되었다고 가정하였다. 열전소자는 얇고 가벼워 차체 표면 안쪽에 장착이 용이하다.

그림 2.는 열전소자를 적용한 전기자동차의 개략도를 보여주고 있다. 태양열에너지를 이용한 열전발전은 출력이 상대적으로 낮기 때문에 하이브리드용 자동차의 전력 분배 장치 구동에 직접적으로 이용되지 않고 2차전지 충전용으로 사용한다.

태양복사에 의해 열에너지가 자동차 표면에 흡수되면, 표면 안쪽에 장착 시킨 열전소자의 제벡 효과를 통하여 전기에너지로 변환이 되고, 발생된 전류는 캐패시터로 전하가 모이며, 축적이 이루어진다. 축적된 전하는 전압 레귤레이터용 제너다이오드를 통해 직류전원으로 활용되며, 이 직류전원을 이용하여 2차전지를 충전시키는 용으로 사용할 수 있다. 화석에너지를 사용하는 자동차의 내연기관에 열전발전을 부착시켜 자동차 동력을 추가시키는 연구는 이미 진행되고 있다.

성능을 유지하기 위하여 온도조절 기능을 갖는 열 교환 시스템이 필수인 리튬이온 이차전지가 설치된 부분에, 열전소자의 펠티에 효과를 적용시

키면 부품 경량화 및 간단한 극 전환으로 섭씨 -70도~150도까지 온도유지가 가능하여 최적의 리튬이온 이차전지 환경을 유지 시킬 수 있다[6].

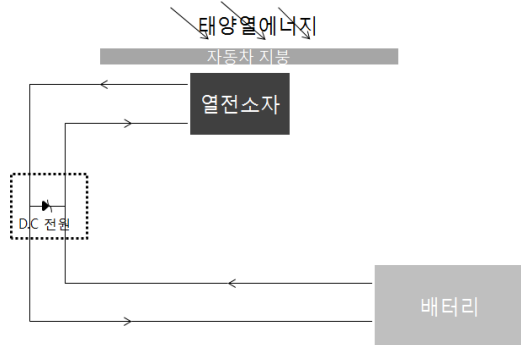


그림 2. 열전소자 적용 전기 자동차

3.1.1 2차전지 모델

2차전지의 동특성을 표현하는 방법에는 내부저항모델(internal resistance model), 저항 콘덴서 모델 (resistance capacitance model) 등이 사용되고 있다[5]. 내부저항모델은 크게 전원과 저항으로 구성되어 있으며, 두 파라미터는 2차전지의 충전 상태와 온도 및 충, 방전 조건에 의해서 결정된다. 2차전지 모델의 구체적인 파라미터는 표 1과 같다.

표 1. Operational parameters of the lead acid battery

Attribute	Flooded, lead-acid	VRLA
수명	20 years	5 to 20 yrs
공간	More	less, if stacked
무게	300 to 500 lb/sq ft	900 to 1000 lb/sq ft
water addition	as needed	not possible
유지	intense	More than flooded
Experience	Over 100 years	About 20 years
Reliability	Good	less predictable
Battery room	required	not required
initial cost	usually higher	usually lower
Total cost	Usually lower	Usually higher

IV. 결 론

본 연구에서는 열에너지로부터 열전소자를 이용한 전기자동차 2차전지 충전에 관한 방안을 제안하였다. 열전변환소자의 효율은 저온단과 고온단의 온도 차이에 따라서 변화하며 200도 이상은 되어야 양호한 효율범위에서 충전을 할 수 있다.

전기에너지를 2차전지 충전 이외에도 여름이나 겨울에 자동차 실내 온도 조절용으로, 실내에 열전소자 모듈을 장착해 사용 가능한지 적합성 판단은 향후 연구에서 다룰 예정이다.

태양전지 모듈과 열전소자 모듈의 효율성 비교 또는 태양전지 모듈과 열전소자 모듈을 같이 적용하여 2차전지 충전효율이 더욱 향상 될 수 있는지 연구 예정이다.

참고문헌

[1] H. Julian Goldsmid “ Introduction to Thermoelectricity,” SPRINGER SERIES IN MATERIALS SCIENCE., 2009

[2] Robert W. Diller, Lon E. Bell, “Experimental Results Confirming Improved Efficiency of Thermoelectric power Generation System with alternate Thermodynamic Cycles”, 22th International Conference on Thermoelectrics, 2003.

[3] 清水浩, 江本間夫, 河上清源, “電氣自動車のこれから” 「環境情報科學(日本)」, 36(1), 2007, pp.18~22

[4] Jen-Hau cheng, Chun-kai Liu , Yu-Lin Chao, Ra-Min Train, “Cooling Performance of Silicon-Based Thermoelectric Device on on High Power LED”, 24th International Conference on Thermoelectric, pp 53-55, 2002.

[5] Woo, B. C., Lee, H. W., and Suh, C. M., 2002, “Characteristic of Electric Generation for the Water Flow Rate in Termoelectric Generator Using Hot ater,” Transactions of the KSME(B), Vol. 26, No. 10, pp. 1333~1340

[5] 정기범, 이종경, 정연춘, 최재훈 “ 전기자동차 모터 구동 시스템의 전도 방출에 관한 고주파 모델링 연구” 한국전자과학회 논문지 24, 2013.1. pp 82~90.

[6] Johnson, V. H., 2002, “Battery Performance Models in ADVISOR, ” Journal of Power Sources, Vol. 110, pp. 321~329.