

고전력 전자소자에서 열전생성기의 생성효율과 열적성능

김경준⁺¹

Generation Efficiency and Thermal Performance of a Thermoelectric Generator with a High Power Electronic Component

Kyoung Joon Kim⁺¹

1950-60년대에 반도체에 기반한 열전물질의 개발로 열전모듈 (thermoelectric module)이 개발되었고, 열전모듈은 광전소자와 같은 미세칩의 냉각기로 (thermoelectric cooler) 개발, 활용되어져 왔다. 또한 열전모듈은 고립된 지역에서 화석연료 또는 방사성 동위원소를 소비하여 비상전력을 생산하는 목적의 열전생성기 (thermoelectric generator)로 활용되어져왔다.

90년대 후반부터는 열전생성기를 활용한 폐열에서의 에너지수확에 대한 연구개발이 활발하게 이루어지고 있다. 수송기계, 도시의 오염물질, 축산폐기물등의 폐열에서 열전 에너지수확에 관한 연구가 그 예이고, 최근에는 인체의 폐열을 활용한 열전에너지수확에 의해 구동되는 손목시계가 상용화되기도 하였고, 마이크로 공정을 적용하여 제작된 소형 열전생성기를 적용한 센서구동기술에 대한 연구도 활발하다[1-3].

중장거리 무선통신에 적용되는 전력증폭소자와 같은 고과워소자에서 열전수확에 대한 연구가 최근에 보고되었는데, 열전모듈의 개발과 실험을 통한 검증 그리고 한정적 변수범위 내에서 생성되는 전력과 고과워소자의 junction 온도의 분석에 중점을 둔 연구결과였다[4,5]. 하지만 열전생성기의 고온면과 저온면의 온도차와 같은 열적성능과 전력생성효율을 다양한 패라미터에서 예측, 분석한 연구결과는 구체적으로 보고되지 않았다.

이 논문은 고전력 전자소자에서의 폐열을 열전생성기로 회수할 경우 에너지 생성효율과 열전생성기의 열적성능에 대하여 논한다. 생성효율과 열적성능 (junction 온도, 열전생성기의 고온면과 저온면의 온도차)을 분석하기 위하여 열전모델 [5]이 이용된다. 열전모델은 Seebeck 효과, Peltier 효과, 줄열효과와 열전생성기 고온면으로 전달되는 열율, 그리고 저온면으로부터 방출되는 열율의 관계를 정의하는 지배방정식과 열전생성기의 고온면과 저온면에서의 경계조건을 정의하는 열경계저항으로 구성된다. 고온면에서의 열경계저항은 열원과 생성기 고온면사이의 계면을 열적으로 정의하고, 저온면에서의 열경계저항은 저온면으로부터의 열방출에 대한 저항을 정의한다. 열전모델의 예측능력을 검증하기위해 생성효율, 열원의 junction 온도는 계측값들과 비교되어지고 계측값에 대한 예측값의 차이는 상대적으로 크지 않은 것으로 비교결과는 보여준다. 열전모델은 다양한 열원의 열율과 로드저항에서 생성효율, junction 온도, 열전생성기의 고온면과 저온면의 온도차를 예측하고 분석한다.

참고문헌

- [1] D.M. Rowe (ed.), CRC Handbook of Thermoelectrics, CRC, BocaRaton, USA, 1995
- [2] K. Ikoma, M. Munekiyo, K. Furuya et al., Thermoelectric module and generator for gasoline engine vehicles, Proc.of the 17th International Conference on Thermoelectrics, Nagoya, Japan, pp. 464-467, 1998
- [3] T. Kajikawa, Status and future prospects on the development of thermoelectric power generation systems utilizing combustion heat from municipal solid waste, Proc.of the 16th International Conference on Thermoelectrics, Dresden, Germany, pp. 28-36, 1997
- [4] K.J. Kim, F. Cottone, S. Goyal et al., Energy scavenging for energy efficiency in networks and applications, Bell Labs Tech.J. 15 (2), pp. 7-30, 2010
- [5] K.J. Kim, Thermoelectric energy recovery from power amplifier transistors, Proc. of the 14th International Heat Transfer Conference, Washington D.C., U.S.A, 22892, 2010

⁺1 김경준(부경대학교 기계자동차공학과), E-mail: kjkim@pknu.ac.kr, Tel: 051)629-6168