

熱電模組的模型建立、模擬分析與應用研究

王于典、蔡煥良

E-mail: 322126@mail.dyu.edu.tw

摘要

本論文運用Matlab/Simulink應用軟體對熱電致冷器(Thermoelectric cooler, TEC)、熱電發電器(Thermoelectric generator, TEG)等熱電模組(Thermoelectric modules, TEM)進行模型建立、模擬分析。再將熱電致冷器、熱電發電器等熱電模組應用於以引擎廢熱回收為動力的電子式車用空調系統，其運作係車輛運轉時引擎會排放高溫的廢熱，運用熱電發電模組可以將廢熱轉換成直流電力，結合最大功率追蹤器設計擷取最大輸出功率回充車用電瓶，這些電能可提供熱電致冷模組成為車用冷房空調能力，這樣車用冷房空調系統不會增加車輛的油耗。本文應用研究實作使用之熱電發電模組與熱電致冷模組都是半導體固態元件，能源轉換過程沒有聲音及溫室氣體排放，具備零噪音、零溫室氣體排放及使用壽命長、淨潔能源等特色。

關鍵詞：熱電發電器，熱電致冷器，熱電模組，Matlab/Simulink

目錄

授權書	iii	中文摘要	iii
iv 英文摘要	iv	v 誌謝	v
vi 目錄	vi	vii 圖目錄	vii
vii 表目錄	vii	xi 符號說明	xi
xii 第一章 緒論	xii	1 1.1 前言	1
1 1.2 研究動機與方法	1	1 1.3 文獻回顧	1
2 1.4 論文架構	2	2 1.4 論文架構	3
第二章 基礎理論	5	5 2.1 熱電材料發展歷史	5
5 2.2 熱電晶片基礎理論	5	5 2.2.1 西貝克效應	5
6 2.2.2 帕爾帖效應	6	6 2.2.3 熱傳導	6
7 -vii 2.2.4 焦耳加熱	7	7 2.3 熱電模組工作原理	7
8 2.4 熱電模組之等效電路圖、方程式推導	10	10 第三章 熱電模組之參數決定	10
13 3.1 TEC參數決定	13	13 3.2 TEG參數決定	13
14 第四章 模型建立與模擬分析	16	16 4.1 TEC之模型建立與模擬分析	16
16 4.2 TEG之模型建立與模擬分析	21	21 第五章 應用研究之實驗建構及實際量測	21
28 5.1 熱電模組之應用研究	28	28 5.2 實驗目的	28
30 5.3 實驗設備	30	30 5.4 實驗建構	30
32 5.4.1 熱電發電子系統	32	32 5.4.2 熱電致冷子系統	32
33 5.5 實驗步驟	33	34 5.5.1 熱電發電子系統實驗步驟	34
34 5.5.2 熱電致冷子系統實驗步驟	34	35 5.6 實驗結果	35
35 第六章 結論與未來展望	37	37 6.1 結論	37
37 6.2 未來展望	37	37 參考文獻	37
	39		

參考文獻

- [1]王威翔(民97)，散熱器對熱電致冷器之性能影響，國立交通大學機械工程研究所碩士論文。
- [2]朱旭山(民93)，熱電材料與元件之發展與應用，工業材料雜誌，220，頁93-103。
- [3]李進興(民98)，熱電元件應用於車輛引擎廢熱回收電力再生系統之技術開發，新新季刊，37(1)，頁82-96。
- [4]林震豪、蔡昇明、趙昱昕、蘇志宏、張信宏(民96)，10W熱電發電移動式電源之研製，2007全國新興能源暨綠色能源專題創意競賽，台北。
- [5]林克衛(民95)，熱電材料在汽車廢熱回收的應用，車輛研測資訊，54，頁26-27。
- [6]卓孟梁(民94)利用熱電制冷的醫用保溫箱之製作與性能測試，國立成功大學機械工程研究所碩士論文。

- [7]柯賢文 (民96) , 熱電轉換及其應用, 科技發展政策報導, 5, 頁51-65。
- [8]陳聖翰 (民95) , 熱電發電器應用於汽車排放廢熱回收之研究, 國立台灣大學機械工程研究所碩士論文。
- [9]陳建文、朱嘉駿、王偉平、蔡渙良 (民 98) , 以引擎廢熱回收為動力的車用空調系統, 2009第五屆兩岸能源與環境永續 發展科技研討會, 台南。
- [10]莊幸蓉 (民94) , 熱電致冷器與熱電能源產生器之設計與分析, 國立清華大學微機電系統工程研究所碩士論文。
- [11]葉政宏 (民95) , 熱電致冷散熱模組性能之研究, 國立台灣大學機械工程研究所碩士論文。
- [12]劉育任 (民98) , 利用散熱系統提升熱電發電晶片應用於引擎廢熱回收之效率研究, 私立南台科技大學機械工程研究所碩士論文。
- [13]劉孟樵 (民98) , 廢熱電力轉換之再生系統, 國立成功大學航空太空工程研究所碩士論文。
- [14]鄭建明 (民96) , 散熱器對熱電致冷器冷卻性能影響探討, 國立中興大學機械工程研究所碩士論文。
- [15]Angrist, S. W. (1982) Direct Energy Conversion, 4nd Ed., 177-277. Allyn and Bacon, Inc., Boston, MA.
- [16]Chen, M., L. A. Rosendahl, I. Bach, T. Condra, and J. K. Pedersen (2006) Transient behavior study of thermoelectric generators through an electro-thermal model using SPICE. 2006 International Conference on Thermoelectrics, Vienna, AUT.
- [17]Chavez, J. A., J. A. Ortega, J. Salazar, A. Turo, and M. J. Garcia (2000) SPICE model of thermoelectric elements including thermal effects. 17rd IEEE Instrumentation and Measurement Technology conference, Baltimore, Maryland, MD.
- [18]Ioffe, J. A. (1957) Semiconductor Thermoelements and Thermoelectric Cooling, London, UK.
- [19]Lineykin, S. and S. Ben-Yaakov (2007) Modeling and analysis of thermoelectric modules. IEEE Transaction on Industry Applications, 43(2), 505-512.
- [20]Lineykin, S. and S. Ben-Yaakov (2005) Analysis of thermoelectric coolers by a Spice-compatible equivalent-circuit model. IEEE power Electronics Letters, 3(2), 63-66.
- [21]Mitrani, D., J. Salazar, A. Turo, M. J. Garcia, and J. A. Chavez (2007) Lumped and distributed parameters SPICE models of TE devices considering temperature dependent material properties. 13rd Workshop on Thermal Investigation of ICs and Systems, Budapest, HU.
- [22]Mitrani, D., J. Salazar, A. Turo, M. J. Garcia, and J. A. Chavez (2005) Methodology for extracting thermoelectric module parameters. IEEE Transactions Instrumentation and Measurement, 54(4), 1548-1552.
- [23]Rowe, D. M. (2006) Review thermoelectric waste heat recovery as a renewable energy source. International Journal of Innovations in Energy Systems and Power, 1(1), 13-23.
- [24]Tsai, H. L. and J. M. Lin (2009) Model building and simulation of thermoelectric module using Matlab/Simulink. Journal of Electronic Materials, DOI: 10.1007/s11664-009-0994-x, available online: 2009/11/19.