

# 無刷迴轉式微小型泵浦之研製

李彝民、王正賢

E-mail: 9609662@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本研究目的在於開發一無刷迴轉式微小型驅動泵浦，並可用於液壓系統之動力來源，未來將可應用於小型機構之液態冷卻系統之動力來源。其系統以一微型泵浦之機械能帶動液體流動，利用封閉冷卻迴路之液體為散熱媒介而帶走機構運作時所產生之熱量，本研究之微小型泵浦與管路以串聯方式連接進出口，可節省空間、組裝時間、減少材料等等。未來將可應用如筆記型電腦冷卻系統、LED照明燈具、自動灑水器、燃料電池、人工器官等液壓系統。因應未來機構微小化，效能最大化之發展趨勢，如電腦主機與筆記型電腦，因機構空間縮小，使得空氣流動量減少，造成系統散熱差，故機構產生之溫度隨之成為未來一個迫切解決的問題。液態冷卻散熱系統是為所有散熱系統效果較佳，但目前市面上價格昂貴、體積大、外掛式、噪音高卻為其主要缺點。故本研究主要目的在於設計一高效能、低噪音與壽命長之微型泵浦，提供液態冷卻散熱系統之動力來源，使電腦能在最佳狀態發揮高效能及高負載之功能。本研究將應用電磁學之基礎理論和有限元素法(Finite Element Method)之商業套裝軟體ANSYS進行模擬和設計開發，其中除了模擬磁力及磁場現象外，且探討影響機構之參數設計，並以實驗測試機構，未來並以塑膠射出方式為實務化目標，進一步應用在日常生活上之個各領域，以提升生活品質。

關鍵詞：無刷；泵浦；有限元素法

## 目錄

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	ABSTRACT.....	v
謝錄.....	vi	目錄.....	vii	圖目錄.....	ix
表目錄.....	xii	第一章 緒論.....	1	1.1 研究背景.....	1
1.1.1 研究背景.....	1	1.1.2 研究目的.....	4	1.3 文獻回顧.....	7
1.3 文獻回顧.....	7	1.4 研究流程.....	8	第二章 基本理論.....	11
1.4 研究流程.....	8	2.1 勞倫茲力.....	11	2.2 力矩方程式.....	14
2.1 勞倫茲力.....	11	2.2 力矩方程式.....	14	2.3 磁性材料.....	15
2.2 力矩方程式.....	14	2.3 磁性材料.....	15	2.4 電磁場之有限元素法.....	17
2.3 磁性材料.....	15	2.4 電磁場之有限元素法.....	17	第三章 研究方法.....	23
2.4 電磁場之有限元素法.....	17	3.1 泵浦模型之設計概念.....	23	3.2 傳統直流馬達之基本結構與工作原理.....	25
3.1 泵浦模型之設計概念.....	23	3.2 傳統直流馬達之基本結構與工作原理.....	25	3.2.1 直流有刷馬達.....	26
3.2 傳統直流馬達之基本結構與工作原理.....	25	3.2.1 直流有刷馬達.....	26	3.2.2 直流無刷馬達.....	28
3.2.1 直流有刷馬達.....	26	3.2.2 直流無刷馬達.....	28	3.3 無刷迴轉式微小型泵浦之設計與工作原理.....	31
3.2.2 直流無刷馬達.....	28	3.3 無刷迴轉式微小型泵浦之設計與工作原理.....	31	3.4 無刷迴轉式微小型泵浦之電路元件原理.....	33
3.3 無刷迴轉式微小型泵浦之設計與工作原理.....	31	3.4 無刷迴轉式微小型泵浦之電路元件原理.....	33	3.4.1 霍爾感測器(Hall sensor).....	33
3.4 無刷迴轉式微小型泵浦之電路元件原理.....	33	3.4.1 霍爾感測器(Hall sensor).....	33	3.4.2 放大器(OP741).....	35
3.4.1 霍爾感測器(Hall sensor).....	33	3.4.2 放大器(OP741).....	35	3.3.3 金氧半場效電晶體(MOSFET).....	38
3.4.2 放大器(OP741).....	35	3.3.3 金氧半場效電晶體(MOSFET).....	38	3.5 有限元素之磁場分析.....	42
3.3.3 金氧半場效電晶體(MOSFET).....	38	3.5 有限元素之磁場分析.....	42	3.5.1 無刷迴轉式微小型泵浦之分析結構.....	42
3.5 有限元素之磁場分析.....	42	3.5.1 無刷迴轉式微小型泵浦之分析結構.....	42	3.5.2 元素選擇.....	44
3.5.1 無刷迴轉式微小型泵浦之分析結構.....	42	3.5.2 元素選擇.....	44	3.4.3 材料性質.....	46
3.5.2 元素選擇.....	44	3.4.3 材料性質.....	46	3.5.4 邊界條件.....	46
3.4.3 材料性質.....	46	3.5.4 邊界條件.....	46	3.5.5 泵浦磁力與做功情形之分析.....	47
3.5.4 邊界條件.....	46	3.5.5 泵浦磁力與做功情形之分析.....	47	第四章 實驗結果與討論.....	52
3.5.5 泵浦磁力與做功情形之分析.....	47	4.1 無刷迴轉式微小型泵浦之雛型製作.....	52	4.2 無刷迴轉式微小型泵浦之驅動電路設計.....	60
4.1 無刷迴轉式微小型泵浦之雛型製作.....	52	4.2 無刷迴轉式微小型泵浦之驅動電路設計.....	60	4.3 無刷迴轉式微小型泵浦之轉數量測.....	63
4.2 無刷迴轉式微小型泵浦之雛型製作.....	52	4.3 無刷迴轉式微小型泵浦之轉數量測.....	63	4.4 磁場分析模擬結果.....	67
4.3 無刷迴轉式微小型泵浦之轉數量測.....	63	4.4 磁場分析模擬結果.....	67	第五章 結論.....	74
4.4 磁場分析模擬結果.....	67	5.1 結果與討論.....	74	5.2 未來研究發展與建議.....	75
5.1 結果與討論.....	74	5.2 未來研究發展與建議.....	75	?考文獻.....	77
5.2 未來研究發展與建議.....	75	?考文獻.....	77		

## 參考文獻

- [1] Basak, A., "NdFeB Magnet In DC Linear Stepping Motors", IEE Colloquium on Permanent Magnet Machines and Drives, pp.11/1-11/4 (1993).
- [2] Basak, A., Flores Filho, A.F., Nakata, T., Takahashi, N., "Three Dimensional Computation of Force in a Novel Brushless DC Linear Motor", IEEE Transactions on Magnetics 33 (2 pt 2), pp. 2030-2032 (1997).
- [3] Seth, H., Tandon, A.K., "Single Piston Permanent Magnet Linear Motor Drive for a Cryocooler - Analysis and Optimization", IEEE Region 10 Annual International Conference, Proceedings/TENCON 3, pp. III-38-III-41 (2000).
- [4] Bianchi, N., Bolognani, S. and Cappello, A.D.F., "Reduction of Cogging Force in PM Linear Motors by Pole-Shifting", IEE Proceedings Electric Power Applications 152 (3), pp. 703-709 (2005).
- [5] Gwan S. P., Kang S., "New Design of the Magnetic Fluid Linear Pump to Reduce the Discontinuities of the Pumping Forces", IEEE Transactions on Magnetics, VOL. 40, NO. 2, pp. 916-919 (2004).
- [6] 羅子豪, "新型線性泵浦設計與特性分析(初稿)", 碩士論文, 私立逢甲大學電機工程學系碩士班, 民國94年6月。
- [7] Fitzgerald A.E, Kingsley, Jr. C., and Umans S.D., Electric Machinery, 5th Edition, McGraw-Hill Inc., 1990.

- [8] Cheng D. K., Field and Wave Electromagnetics, 2nd Edition, Addison Wesley Publishing Company.
- [9] 牧野昇編，林子銘譯，永久磁鐵-設計與運用，正言出版社印行，民72。
- [10] 林清涼、戴念祖著，宏觀電磁學，光學和狹義相對論，五南圖書出版股份有限公司，民93。
- [11] 黃昌圳編著，有限元素法在電機工程的應用，全華科技圖書公司，民94。
- [12] 王薔、李定國、龔克著編著，電磁場理論基礎，五南圖書出版股份有限公司，民92。
- [13] 依日光編，精準小型馬達技術，復漢出版社，民81。
- [14] 張肇中，“單相全波風扇馬達驅動晶片之設計”，國立中山大學電機工程學系碩士論文，民國94年7月。
- [15] 盧明智、盧鵬任編著，感測器應用與線路分析(修訂版)，全華科技圖書公司，民85。
- [16] 黃宗正，“741運算放大器使用說明”，私立元智大學最佳化設計實驗室，民90。
- [17] Nilsson J. W., Riedel S. A., Electronic circuits, 6th Edition, Prentice Hall, 1990.
- [18] 呂芳釧、李珠串編著，電子學(上)，京文圖書有限公司，民86。
- [19] 呂芳釧、李珠串編著，電子學(下)，京文圖書有限公司，民86。
- [20] 王正賢、李彝民，“無刷永磁式環狀驅動微小型泵浦設計與分析”，2006 Taiwan ANSYS Conference，台灣 台北，Oct 30~31，2006，pp No.3-1。