

無刷迴轉式微小型泵浦之軸流式葉片研製

蘇長生、王正賢

E-mail: 9806287@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究目的將針對已開發之微小型無刷迴轉式泵浦進行打水效能改善，葉片的設計將是影響泵浦打水效能的關鍵。葉片藉由微小型泵浦的旋轉推動回路中的冷卻液，帶走系統產生的熱。未來將可應用於小型軸流式機溝之液態冷卻系統。未來將可應用到如一般家用電腦、小型筆記型電腦等液壓系統。

本研究應用葉片理論、和有限體積法 (Finite Volume Method) 之商業套裝軟體 ANSYS-CFX 進行葉片模擬和設計開發，其中除了無刷迴轉式泵浦機構及電路控制是沿用先前所開發之技術外，研究中針對線圈部分做改進。葉片之外型則是依據葉片理論及相關文獻而做設計，且以有限元素法探討影響之參數設計，初步模型應用快速成型技術而建構。

本研究應用快速成型技術建構了模型，縮短了模型製作時間，改善舊機構的缺點，單斜式線圈效果比直式線圈明顯，而雙斜式線圈效果比前兩者來得更佳。由 ANSYS-CFX 分析出葉片預計可望提昇泵浦打水效果，未來將進一步應用在日常生活上之各個領域，以提升生活品質。

關鍵詞：無刷、ANSYS-CFX、單斜式線圈、雙斜式線圈、葉片理論、軸流式、有限體積法

目錄

封面內頁

簽名頁

授權書 iii

中文摘要 iv

ABSTRACT v

誌謝 vi

目錄 vii

圖目錄 x

表目錄 xiii

第一章 緒論 1

1.1 研究背景 1

1.2 研究目的 3

1.3 文獻回顧 5

1.4 研究流程 7

第二章 基本理論 10

2.1 勞倫茲力 10

2.2 力矩方程式 13

2.3 磁性材料 14

2.4 電磁場之有限元素法 16

2.5 流體力學之有限元素法 22

2.6 葉片理論 25

2.7 層流與紊流 28

第三章 快速成型系統 30

3.1 快速成型原理 30

3.1.1 基本製造方式 30

3.1.2 快速成型的技術原理 31

3.1.3 快速成型的製作程序 32

3.2 快速成型製程與種類 35

3.2.1 液態類快速成型系統 35

3.2.2 固態類快速成型系統 37

3.2.3	粉末類快速成型系統	40
第四章 研究方法 42		
4.1	無刷迴轉式微型泵浦之設計與工作原理	42
4.2	無刷迴轉式微型泵浦之電路原理	44
4.3	有限元素之磁場分析	47
4.3.1	無刷迴轉式微型泵浦之分析結構	48
4.3.2	元素選擇	50
4.3.3	材料性質	52
4.3.4	邊界條件	52
4.3.5	泵浦直式線圈磁力與作功情形之分析	53
4.3.6	泵浦單斜式線圈磁力與作功情形之分析	55
4.3.7	泵浦雙斜式線圈磁力與作功情形之分析	57
4.4	有限元素之葉片流場分析	59
4.4.1	軸流式葉片模型設計	59
4.4.2	流體性質	60
4.4.3	網格建立	61
4.4.4	邊界條件	64
4.4.5	數值分析計算	66
第五章 實驗結果與討論 67		
5.1	無刷迴轉式微型泵浦之雛型製作	67
5.2	磁場分析模擬結果	75
5.2.1	直式線圈分析模擬結果	76
5.2.2	單斜式線圈分析模擬結果	77
5.2.3	雙斜式線圈分析模擬結果	78
5.3	無刷迴轉式微型泵浦之葉片分析模擬結果	80
5.3.1	無刷迴轉式微型泵浦之葉片壓力分佈	83
5.3.2	無刷迴轉式微型泵浦之葉片流量分佈	84
第六章 結論 86		
6.1	結果與討論	86
6.2	未來研究發展與建議	87
?考文獻 90		

圖目錄

圖1.1	風冷式CPU散熱風扇	2
圖1.2	目前市售常見之水冷散熱系統(左:散熱系統, 右:馬達)	3
圖1.3	概念設計3D示意圖	4
圖1.4	概念設計3/4模型3D示意圖	4
圖1.5	機構與水路組裝完成示意圖	5
圖1.6	研究流程圖	9
圖2.1	勞倫茲力右手定則[18]	11
圖2.2	Fleming左手定則	13
圖2.3	電流產生電磁轉矩[3]	14
圖2.4	B-H曲線[2]	16
圖2.5	葉片在流場中昇力與阻力關係	25
圖2.6	葉片進出口向量圖	26
圖2.7	雷諾數實驗裝置	28
圖3.1	三種基本製造加工方法	31
圖3.2	快速成型成型原理	32
圖3.3	快速成型步驟	32
圖3.4	轉換STL檔	33
圖3.5	FDM製作成品	39
圖4.1	概念設計模型之定子與轉子[3]	43

圖4.2 概念設計模型之各個零件示意圖[3]	44
圖4.3 電路邏輯方塊圖[3]	45
圖4.4 電路邏輯設計[3]	47
圖4.5 實際驅動電路圖[3]	47
圖4.6 3D實體網格[3]	49
圖4.7 XY平面剖面網格[3]	49
圖4.8 YZ平面剖面網格[3]	50
圖4.9 元素Plane13示意圖	51
圖4.10 元素Solid 97示意圖	51
圖4.11 方形機構之3D網格模型圖[3]	54
圖4.12 方形機構之磁極示意圖[3]	55
圖4.13 單斜式線圈力矩產生圖	56
圖4.14 單斜式線圈3D網格圖	57
圖4.15 雙斜式線圈力矩產生圖	58
圖4.16 雙斜式線圈3D實體網格	59
圖4.17 建立後葉片模型	60
圖4.18 2D網格	61
圖4.19 3D網格	62
圖4.20 ANSYS TurboGrid 葉片網格	63
圖4.21 葉片網格	63
圖4.22 ANSYS-CFX邊界條件設定	65
圖4.23 ANSYS-CFX分析流程圖	66
圖5.1 永久磁鐵[3]	68
圖5.2 軸心[3]	68
圖5.3 舊固定架[3]	69
圖5.4 新固定架	69
圖5.5 轉子	69
圖5.6 快速成型之葉片模型	70
圖5.7 環氧樹脂與硬化劑	71
圖5.8 葉片塗佈樹脂後	71
圖5.9 葉片有無塗佈樹脂差異	71
圖5.10 無刷迴轉式泵浦轉子	72
圖5.11 直式線圈[3]	73
圖5.12 斜式線圈[3]	73
圖5.13 直式線圈(左)與斜式線圈(右)之磁力產生方式	73
圖5.14 舊轉子固定架	74
圖5.15 新轉子固定架	74
圖5.16 舊轉子固定(左)架與新轉子固定架(右)之比較	75
圖5.17 無刷迴轉式小型泵浦	75
圖5.18 直式線圈機構之局部磁力向量圖	76
圖5.19 單斜式線圈機構之局部磁力向量圖	77
圖5.20 雙斜式線圈機構之局部磁力向量圖	78
圖5.21 90°展開角流速	80
圖5.22 30°展開角流速	82
圖5.23 葉片3D CAD圖	82
圖5.24 30°展開角高度18mm葉片	83
圖5.25 葉片表面壓力高度17(左)~18(右)mm	83
圖5.26 葉片表面壓力高度19(左)~20(右)mm	84
圖5.27 葉片表面壓力高度21(左)~22(右)mm	84
圖5.25 30°展開角流量	85
圖5.26 30°展開角葉片流場流線圖	85

表目錄

表2.1 各種磁石特性	15
表2.2 各種材料之相對導磁係數	15
表2.3 紊流模式k – 模式的經驗係數	24
表3.1 各種不同的快速成型系統後處理工作	35
表3.2 各種快速成型系統的特點	41
表4.1 材料性質[3]	52
表4.2 模擬參數之設定	54
表4.3 模擬參數之設定	56
表4.4 模擬參數之設定	58
表5.1 直式線圈機構之磁力結果	77
表5.2 單斜式線圈機構之磁力結果	78
表5.3 單斜式線圈機構之磁力結果	79
表5.4 三種線圈機構之磁力結果	79
表5.5 高度17、20和26以不同展開角分析	81

參考文獻

- 中文部分[1]羅子豪, “ 新型線性泵浦設計與特性分析 ”, 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。
- [2]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。
- [3]王正賢、李彝民, “ 無刷迴轉式微小型泵浦之研製 ”, 大業大學工業工程與科技管理研究所碩士論文, 2007。
- [4]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。
- [5]林顯群、林育洲, “ 軸流風扇之數值與研究分析 ”, 台灣國立科技大學機械工程系碩士論文, 1998。
- [6]林顯群、洪國泰, “ 小型軸流風扇之設計模擬與實驗整合研究 ”, 台灣國立科技大學機械工程系碩士論文, 2007。
- [7]王石安編著, 流體機械, 三民書局, 民74。
- [8]王希伯編著, 流體機械, 文京圖書有限公司, 民80。
- [9]黃台生編著, 快速成型, 六合出版社, 民87。
- [10]黃博全編著, 流體機械, 曉園出版社, 民82。
- [11]王福軍編著, 計算流體動力學分析-CFD軟件原理與應用, 清華大學出版社, 民97。
- [12]楊瑞珍, “ 紊流模式在工程上之應用 ”, 八十五年度「計算流體力學系列講座」講義集, 台灣, 民86年6月。英文部分[13]Basak, A., “ NdFeB Magnet In DC Linear Stepping Motors ”, IEE Colloquium on Permanent Magnet Machines and Drives, pp.11/1-11/4, 1993。
- [14]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。
- [15]Kaya, D., “ Experimental study on regaining the tangential velocity energy of axial flow pump ”, Energy Conversion and Management, VOL. 44, pp. 1817-1829, 2003。
- [16]Kodama, Hideo, “ Automatic method for fabricating a three-dimensional plastic model with photo-hardening polymer ”, Review of scientific Instruments, Vol52, No11, 1993。
- [17]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。
- [18]Fitzgerald A.E, Kingsley, Jr. C., and Umans S.D., Electric Machinery, 5th Edition, Mcgraw-Hill Inc., 1990。
- [19]Jacobs, P. F., Rapid Prototyping & Manufacturing, Fundamentals of Stereolithography, Society of Manufacturing Engineers., 1992