

兩級三槽直流無刷馬達磁路分析與控制

陳輝庭、陳盛基

E-mail: 9701212@mail.dyu.edu.tw

摘要

傳統之直流馬達因使用方便且控制容易，長久以來有著相當廣泛的應用，然而最大缺點是擁有機械換向機構。因電刷的運轉機制，使得直流馬達免不了定期的保養，此外，馬達壽命及性能也有所局限。在某些應用上有直流馬達天生無法突破的問題，如火花的產生、電刷的損耗，因此，馬達無刷化成為馬達製造商發展的必經之路。本文旨在從事直流馬達之無刷化設計。首先，決定馬達需求及尺寸，並以等效磁路分析理論及有限元素分析為基礎，分析無刷直流馬達之重要參數，如：氣隙磁通密度、轉矩、電感、轉矩常數及反電動勢常數等。接著，選定轉子磁鐵及定子鐵心材料，並進行馬達原型實作，最後利用實測結果作為模擬及分析之驗證。

關鍵詞：無刷；等效磁路；有限元素法

目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書	iii
. iv 英文摘要	v
. vi 目錄	vii
. ix 表目錄	xii
. 1.1 緒論 1.1.1 前言	1
. 1.1.2 文獻回顧	2
. 1.1.3 研究動機與目的	5
. 5.1.4 本文架構	5
第二章 小型無刷直流馬達需求及尺寸設計 2.1 小型無刷直流馬達簡介	7
2.2 馬達尺寸及槽極數搭配	8
2.3 定、轉子之特殊設計及繞線	9
第三章 無刷直流馬達性能分析 3.1 馬達分析理論	11
3.2 反電動勢常數及轉矩常數分析	12
3.2.1 反電動勢常數分析	17
3.2.2 轉矩常數分析	26
3.3 電感估算	30
3.4 電阻估算	33
第四章 有限元素分析 4.1 有限元素法	34
4.2 模型各部位標示及說明	37
4.3 模擬結果	39
第五章 馬達實作結果及改進 5.1 2極3槽馬達試作結果討論	45
5.2 改進作法	46
5.3 改進後之馬達相關特性量測	49
5.4 控制設計	54
第六章 結論	57
參考文獻	58
符號說明	60

參考文獻

- [1] Z.Q. Zhu, and D. Howe, "Halbach Permanent Magnet Machines and Applications: a review," IEE Proc. Electrical Power Applications, vol. 148, no. 4, pp. 299-308, 2001.
- [2] Z.Q. Zhu, Z.P. Xia, and D. Howe, "Comparison of Halbach Magnetized Brushless Machines Based on Discrete Magnet Segments or a Single Ring Magnet," IEEE Transactions on Magnetics, vol. 38, no. 5, pp. 2997-2999, 2002.
- [3] K. Atallah, and D. Howe, "The Application of Halbach Cylinders to Brushless AC Servo Motors," IEEE Transactions on Magnetics, vol. 34, no. 4, pp. 2060-2062, 1998.
- [4] David K. Cheng, Field and Wave Electromagnetics, Addison- Wesley Publishing Company Inc., 1989.
- [5] D.C. Hanselman, Brushless Permanent Magnet Motor Design, The Writers' Collective, 2003.
- [6] Z.Q. Zhu, Z.P. Xia, K. Atallah, G.W. Jewell, and D. Howe, "Analysis of Anisotropic Bonded NdFeB Halbach Cylinders Accounting for Partial Powder Alignment," IEEE Transactions on Magnetics, vol. 36, no. 5, pp. 3575-3577, 2000.
- [7] Z.Q. Zhu, Z.P. Xia, Y.F. Shi, D. Howe, A. Pride, and X.J. Chen, "Performance of Halbach Magnetized Brushless AC Motors," IEEE Transactions on Magnetics, vol. 39, no. 5, pp. 2992-2994, 2003.
- [8] Z.Q. Zhu, Z.P. Xia, K. Atallah, G.W. Jewell, and D. Howe, "Power Alignment System for Anisotropic Bonded NdFeB Halbach Cylinders," IEEE Transactions on Magnetics, vol. 36, no. 5, pp. 3349-3352, 2000.
- [9] 許溢适, "實用電動機設計手冊", 強峰印刷企業有限公司印, 2007年。

- [10] 王怡鈞, “電磁學”, 超級科技圖書股份有限公司, 1987年。
- [11] 孫清華, “最新無刷直流馬達”, 全華科技圖書股份有限公司, 2001年。
- [12] 茆尚勳, “直驅式跑步機用直流無刷馬達之設計”, 成功大學機械工程學系碩士論文, 2002年。
- [13] 黃昌圳, “有限元素法在電機工程的應用”, 全華科技圖書股份有限公司, 2005年。
- [14] 劉國強、趙凌志、蔣繼姪, “Ansoft工程電磁場有限元分析”, 電子工業出版社, 2005年。
- [15] 粘鏡耀, “無鐵心式永磁線性無刷直流馬達之設計與分析”, 大葉大學電機工程學系碩士論文, 2007年。