

# DVD光碟機之微動致動器伺服系統研究

吳耀宗、鄭鴻儀

E-mail: 9018429@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

DVD光碟機組件中，光學讀取頭微動致動器為精密定位元件，定位控制精度需達到微米( $\mu\text{m}$ )級，其中聚焦與循軌微動致動器控制精度分別需達  $0.1\mu\text{m}$  與  $0.2\mu\text{m}$ 。本文主要目的為對讀取頭四弦型(FOUR-WIRE)微動致動器之光機構建立動態模型，並分別進行聚焦與循軌微動致動器SISO伺服系統設計，以達控制精度之需求。設計方式，由離散之頻域波德圖設計相位超前-落後控制器，並分析控制器設計後之伺服系統頻域性能，以及伺服系統對讀取頭微動致動器模型變動之靈敏度。於伺服系統控制器的設計結果，聚焦與循軌伺服系統頻寬與相位分別皆可設計至4 KHZ與50度左右之相位邊限。於伺服系統靈敏度分析結果，傳統LEAD-LAG CONTROLLER設計之聚焦與循軌伺服系統對於聚焦與循軌微動致動器模型參數改變之抑制能力並不理想。最後，盼此研究能對產業研發改進有所助益。

關鍵詞：DVD光碟機，控制精度，聚焦，循軌，讀取頭四弦型微動致動器，SISO，波德圖，相位超前落後控制器，靈敏度

## 目錄

第一章 緒論	--P1
1.1 前言	--P1
1.2 DVD發展過程	--P2
1.3 研究動機與目的	--P3
1.4 文獻回顧	--P4
第二章 DVD基本規格	--P5
2.1 DVD碟片基本規格	--P5
2.2 DVD讀取頭的伺服規格	--P5
2.2.1 DVD聚焦伺服規範	--P6
2.2.2 DVD循軌伺服規範	--P7
第三章 讀取頭基本結構與動作原理	--P9
3.1 機電系統	--P10
3.2 光學系統	--P10
3.2.1 波動光學之光的結構	--P11
3.2.2 雷射光束	--P14
3.2.3 光柵與平行透鏡	--P19
3.2.4 光分離器	--P20
3.2.5 集光鏡與柱狀鏡	--P23
3.2.6 光感測器	--P24
3.3 DVD聚焦與循軌光訊號感測原理	--P25
3.3.1 聚焦光訊號感測原理	--P25
3.3.2 循軌光訊號感測原理	--P28
第四章 微動致動器動態建模	--P31
4.1 弦線之彈性係數K	--P32
4.2 聚焦微致動器動態參數模型	--P34
4.3 循軌微致動器動態參數模型	--P36
4.4 感測器動態建模	--P37
4.5 結論	--P39
第五章 實驗環境	--P41
5.1 微動致動器規格	--P42
5.2 訊號放大器靈敏度與放大增益	--P44
5.2.1 訊號放大器之靈敏度	--P44
5.2.2 訊號放大器對伺服系統增益的提升	--P46
5.3 微動致動器與感測器及訊號放大器之模型整合	--P47
5.4 微動致動器與感測器及訊號放大器之整合模型鑑別	--P49
5.5 結論	--P56
第六章 伺服系統設計與分析	--P57
6.1 微動致動器之轉換	--P57
6.2 控制器設計	--P62
6.2.1 比例控制器設計	--P62
6.2.2 相位超前落後控制器設計	--P66
6.3 靈敏度分析	--P72
6.4 結論	--P74
第七章 結果與討論	--P75
7.1 結果與討論	--P75
7.2 建議	--P76
參考文獻	--P76
附錄一 測量伺服系統波德圖	--P80
附錄二 致動器鑑別流程	--P81
附錄三 伺服系統設計流程	--P82

## 參考文獻

- [ 1] OKUYAMA ATSUSHI, MASATO SOMA, TAKASHI YOSHIDA, NORIHISA YANAGIHARA, YASUHIRO MII AND HIDEHITO YAMADA, "ROBUST CONTROL OF CD-ROM DRIVES USING MULTIRATE DISTURBANCE OBSERVE -R," JSME INTERNATIONAL JOURNAL, VOL.41, NO. 4,1998
- [ 2] KUO BENJAMIN C., AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS, 7TH. WILEY, 1995
- [ 3] CXD3011R-1 USER GUIDE, SONY, 1998.
- [ 4] GREENWOOD DONALD T., PRINCIPLES OF DYNAMICS 2ND EDITION , PRENTICE HALL, 1988.
- [ 5] DVD SPECIFICATIONS FOR READ~ONLY DISC PART 1 PHYSICAL SOECIFICATIONS VERSION 1.0, 1996.
- [ 6] FRANKLIN GENE F., J. DAVAD POWELL AND MICHAEL L. WORKMAN, DIGITAL CONTROL OF DYNAMIC SYSTEMS, ADDISON-WESLEY, 1998.
- [ 7] JI-YOON KANG AND MYUNG-GON YOON, "ROBUST CONTROL OF AN ACTIVE TILTING ACTUATOR FOR HIGH-DENSITY OPTICAL DISK," PROCEEDINGS OF AMERICAN CONTROL CONFERENCE PHILADELPHIA, PENNSYLVANIA, 1998.
- [ 8] OGATA KATSUHIKO, SYSTEM DYNAMICS, 3RD EDITION, PRENTICE HALL, 1998.
- [ 9] MAARTEN STEINBUCH AND PHILIPS RESEARCH LABORATORIES, "ROBUST CONTROL OF A COMPACT DISC PLAYER," IEEE, 1995.
- [10] ZHU S. M., F. H. CHOO, LOW K. S., CHAN C. W., KONG P. H. , "SERVO SYSTEM CONTROL IN DIGITAL VIDEO DISC (DVD)," IEEE, 1997.
- [11] SP3723AB DVD 10X ANALONG FRONT-END IC ELECTRICAL DESIGN SPECIFICATION REVISION 0.1, TEXAS

INSTRUMENTS, 1999.

- [12] KATAYAMA TSUYOSHI, OGAWA MASAHARU AND NAGASAWA MASATO, "HIGH-PRECISION TRACKING CONTROL SYSTEM FOR DIGITAL VIDEO DISK PLAYERS," IEEE TRANSACTION ON CONSUMER ELECTRONICS, VOL. 41, NO. 2, 1995.
- [13] HUMPHREY WILLIAM M., "INTRODUCTION TO SERVO MECHANISM SYSTEM DESIGN, HUMPHREY, 1979.
- [14] 陳平波, 重複性控制應用於光碟機上循軌偏差量的消滅, 國立交通大學電機與控制工程學系碩士論文, 1998。
- [15] 潘怡全, 光碟機光機耦合及非線性效應之系統鑑別與模型建構, 國立清華大學動力機械工程學系 控制組碩士論文, 1998。
- [16] 林世平, 光碟機伺服系統之研究, 國立交通大學電機與控制工程學系碩士論文, 1999。
- [17] 李佩謙, 唯讀光碟機之伺服系統, 光電資訊, 第27期, PP18-21, 1995。
- [18] 杜光宗, 精密定位技術及其設計技術, 建宏出版社, 1992。
- [19] 許中平、黃煌嘉, 線型伺服電動機, 全華科技圖書有限公司, 1988。
- [20] 韓廣興、韓雪冬, 影碟機原理與維修, 電子工業出版社, 1997。
- [21] 許忠平、黃煌嘉, 線型伺服電動機, 全華科技圖書股份有限公司, 1997。
- [22] 周鵬程, MATLAB程式語言入門, 全華科技圖書股份有限公司, 1998。
- [23] 李宜達, 控制系統設計與模擬, 全華科技圖書股份有限公司, 1998。
- [24] 李冠卿, 近代光學, 聯經出版社, 1988。
- [25] 易明, 現代幾何光學, 凡異出版社, 1922。
- [26] 高正雄, 透鏡設計理論應用, 復漢出版社, 1987。
- [27] 胡永祚, 數位控制, 全華科技圖書有限公司, 1998。