

# Mobile Phone Camera Image Lens Design and Analysis

洪國書、韓斌；姚品全

E-mail: 9419721@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

Cell-phone has already become the indispensable communication device in the present human life . In recent years, the combination of camera and cell-phone has been a new trend and it makes the application of the cell-phone much more extensive. The lens used in Cell-phone camera has developed from low level style to the major-2 million and 3 million pixels in recent days, and have made great progress in higher resolution and smaller size. This thesis introduces basic principle of the optic lens , kinds of optical aberration and aspheric lens. aiming at mainly CIF,VGA, 1.3M,2.0M lens ,we actually design them with the software “ ZEMAX ” and discuss the performance and the form of design for different lens design. Because cell-phone lens has a very small diameter, we will focus on it and offer the design, fabrication experience as well as the assemblage skill and measurement methods for lens. Finally we will offer explanation about the usage and development of optic lens in the future.

Keywords : Optical Design、Aspheric Lens、TV Distortion、MTF

## Table of Contents

封面內頁 簽名頁 授權書 . . . . .	iii	中文摘要 . . . . .	iii
. . . . .	iv	英文摘要 . . . . .	v
. . . . .	vi	目錄 . . . . .	vii
. . . . .	xi	表目錄 . . . . .	xvi
第一章 緒論 . . . . .	1	1.1 研究背景 . . . . .	1
. . . . .	2	1.2 研究動機 . . . . .	1
. . . . .	2	第二章 基本概念 . . . . .	4
. . . . .	4	2.1 折射率 . . . . .	4
. . . . .	4	2.2 光程 . . . . .	5
. . . . .	6	2.3 色散 . . . . .	5
. . . . .	6	2.4 反射定律 . . . . .	8
. . . . .	9	2.5 折射定律 . . . . .	13
. . . . .	9	2.6 成像公氏 . . . . .	13
. . . . .	12	2.7 光線追跡 y-nu方法 . . . . .	13
2.8 高斯光學 . . . . .	15	2.9 基本光學系統的規格設定 . . . . .	16
像差 . . . . .	21	3.1 前言 . . . . .	21
像差 . . . . .	23	3.2 球面像差 . . . . .	21
. . . . .	23	3.3 慧星像差 . . . . .	24
. . . . .	25	3.4 像散及場曲 . . . . .	24
. . . . .	25	3.5 畸變像差 . . . . .	27
. . . . .	29	3.6 色像差 . . . . .	27
. . . . .	29	3.7 討論 . . . . .	32
. . . . .	35	第四章 光學非球面鏡片 . . . . .	32
. . . . .	35	4.1 非球面鏡片的定義 . . . . .	35
. . . . .	37	4.2 非球面鏡片的設計 . . . . .	35
. . . . .	37	4.3 非球面鏡片的應用 . . . . .	40
. . . . .	42	4.4 非球面鏡片的修正 . . . . .	40
. . . . .	42	4.5 塑膠材料 . . . . .	49
. . . . .	56	第五章 設計實例 . . . . .	56
優化參數 . . . . .	59	5.1 阻尼最小二乘法 . . . . .	57
. . . . .	59	5.1.1 阻尼最小二乘法 . . . . .	57
. . . . .	65	5.1.2 阻尼最小二乘法 . . . . .	57
. . . . .	65	5.2 十萬畫素鏡頭設計 . . . . .	65
. . . . .	65	5.2.1 開發構思 . . . . .	65
. . . . .	65	5.2.2 功能結構 . . . . .	65
. . . . .	65	5.2.3 市場分析 . . . . .	65
. . . . .	66	5.2.4 設計規格 . . . . .	66
. . . . .	66	5.2.5 結論 . . . . .	71
素鏡頭設計 . . . . .	72	5.3 三十萬畫素鏡頭設計 . . . . .	71
. . . . .	72	5.3.1 功能結構 . . . . .	72
. . . . .	72	5.3.2 設計規格 . . . . .	72
. . . . .	72	5.3.3 討論 . . . . .	79
. . . . .	79	5.3.4 結論 . . . . .	80
5.4 一百三十萬畫素鏡頭設計 . . . . .	80	5.4.1 功能結構 . . . . .	80
. . . . .	81	5.4.2 開發構思 . . . . .	80
. . . . .	81	5.4.3 設計規格 . . . . .	81
. . . . .	81	5.4.4 設計及模擬分析 . . . . .	81
. . . . .	83	5.4.5 討論 . . . . .	88
. . . . .	86	5.4.6 結論 . . . . .	88
萬畫素鏡頭設計 . . . . .	89	5.5 二百萬畫素鏡頭設計 . . . . .	88
. . . . .	89	5.5.1 功能結構 . . . . .	89
. . . . .	89	5.5.2 開發構思 . . . . .	89
. . . . .	89	5.5.3 設計規格 . . . . .	90
. . . . .	90	5.5.4 優化過程 . . . . .	90
. . . . .	91	5.5.5 結論 . . . . .	98
6.1 鏡頭組裝 . . . . .	99	第六章 光學鏡頭組裝 . . . . .	99
鏡頭組裝 . . . . .	99	6.2 兩片式鏡頭組裝 . . . . .	99
量測 . . . . .	102	6.3 三片式鏡頭組裝 . . . . .	99
. . . . .	102	第七章 光學量測 . . . . .	108
. . . . .	108	7.1 鏡片量測 . . . . .	108
. . . . .	108	7.1.1 一般寸量測 . . . . .	108
. . . . .	108	7.1.2 偏芯檢測 . . . . .	108

109	7.1.3 曲率及面精度檢測	113	7.1.4 非球面鏡片檢測
121	7.2 鏡頭品質檢測	128	7.2.1 鏡頭投影解像儀
132	7.2.2 MTF機檢測	136	8.1 結論與未來展望
136	8.2 未來展望	137	參考文獻
139			

## REFERENCES

- [1] 耿繼業、何建娃, "幾何光學", PP.30-33 & PP.47-49, 全欣資訊圖書, 1991年。
- [2] 孫慶成, "光電概論", PP.1-3 ~ 1-4, 全華科技圖書, 2001年1月。
- [3] 林永昌, "新型變焦鏡頭設計", 國立中央大學光電所, 碩士論文, 民國90年 [4] 張弘, "幾何光學", 第七章, 東華書局, 1987年。
- [5] 鄭伊凱, "非球面透鏡的最佳化與分析", 國立成功大學物理所, 碩士論文, 民國90年。
- [6] 岸川利郎著, "光學入門", PP.87-127, 建宏出版社, 2000年1月。
- [7] 孫慶成, "光電概論", PP.1-26 ~ 1-38, 全華科技圖書, 2001年1月。
- [8] 任貽均, "我國非球面鏡片市場", PP.21-22光連第1卷第4期, 1996年。
- [9] 朱嘉雯, "對數型非球面鏡之分析與其在寬景深應用之探討", 國立成功大學物理所, 碩士論文, 民國91年。
- [10] 莊正當, "非球面的光學設計與測試", 國立中央大學光電所, 博士論文, 民國82年。
- [11] 鄭昺廷, "塑膠鏡片探討與塑膠望遠鏡設計", 國立中央大學光電所, 碩士論文, 民國91年。
- [12] ZEMAX光學設計程式使用手冊, 第15章, 訊技科技, 2003年9月。
- [13] 洪國書, "百萬畫素非球面影像鏡頭設計與分析", 光學工程 PE-SA2-812004, OPT 2004台灣光電科技研討會。
- [14] 洪國書, "200萬畫素4片式影像鏡頭設計", 輔仁大學理工學報38期, PP.115-126, 民國93年12月。
- [15] 陳昭先, "對給定初階相差目標值之光學薄透鏡組設計方法與應用", 國立交通大學光電所, 博士論文, 民國86年。
- [16] 許文獻, "模擬退火法在非球面鏡射出模仁之設計參數分析研究", 淡江大學機械所, 碩士論文, 民國89年。
- [17] 張世遠, "像方遠心系統之光學設計", 國立交通大學光電所, 碩士論文, 民國86年。
- [18] 張智慧、黃俊杰, "非球面光學之量測", PP5-10, 光學工程第44期, 民國82年12月。
- [19] 永田哲生、三原伸一, "自由曲面????用??攜帶電話用?????-??光學系", PP.42-47, 光技術????, 第42卷第9號, 2004年。
- [20] 久野徹也, "??付?攜帶電話?現狀?今後?展望", PP.4-8, 光技術???, 第42卷第9號, 2004年。
- [21] 小倉敏布, "寫真????基礎?發展", 朝日????, 2001年。
- [22] 末田哲夫, "光學部品?使?方?留意點", ???????社, 2001年。
- [23] 蕭金延, "數位相機與微型鏡頭之設計", 勤益技術學院光學技術研討會, 2005年。
- [24] 黃旭華, "光學優化設計的數值方法探討", 國立中央大學光電所, 碩士論文, 民國85年。
- [25] Warren J. Smith, Modern Optical Engineering, 2nd ed., Mcgraw-Hill, New Yourk, 1992.
- [26] Warren J. Smith, Modern Lens Design, 2nd ed., Mcgraw-Hill, New Yourk, 1992.
- [27] Gregory Hallock Smith, Lens Design, California, 1998.
- [28] Robert E. Hopkins, Optics Design, New Yourk, 1987.
- [29] [Http://www.Lensya.co.jp](http://www.Lensya.co.jp) [30] [Http://phorum.ieo.nctu.edu.tw](http://phorum.ieo.nctu.edu.tw)