以微共振腔結構與彩色濾光片來增廣有機發光元件的色域

學生：陳德全　　指導教授：蘇海清 博士

國立交通大學光電科技學程

摘　　要

本篇論文提供了一種同微共振腔結構原理的窄帶濾光片加上彩色濾光片來達到增廣有機發光元件色域的方法，以白光有機發光二極體為光源搭配RBG彩色濾光片，將陰極部份加入窄帶濾光片進行色彩純化。

在目前有機發光二極體全彩化技術中，白光有機發光二極體為背光源搭配RBG彩色濾光片的技術在南韓三星電子已用在量產上，其技術來源於液晶顯示器，其優點在於使用技術純熟的彩色濾光片全彩化技術搭配白光有機發光二極體時，不需使用蒸鍍遮罩(shadow mask)，具有製程簡單等優點。

彩色濾光片和白光有機發光二極體搭配後雖然製程較為簡易，也可以解決以RBG有機發光二極體因材料壽命不同會有色彩隨時間變化的問題，倘若頻譜半高寬太大卻將造成色彩不夠飽和的狀況，此時同微共振腔結構的干涉現象窄帶濾光片能有效的縮小頻譜半高寬，達到飽和的三原色，將色域由75.6%提升到107.8% NTSC，提供了有效增廣色域的方法。

Enhancing the color gamut of organic light-emitting devices by employing microcavity structures and color filters

Student：Te-Chuan Chen Advisors：Dr. Hai-Ching Su

Master Degree Program of Photonic Technology
National Chiao Tung University

ABSTRACT

This paper provides a micro-cavity structure with the principle of narrowband filter add color filters to achieve the organic light emitting element augmented gamut way to white organic light-emitting diodes as the light source with RBG color filter the cathode part of the narrowband filter for adding color purification.

In the current organic light-emitting diode technology in full color, white organic light-emitting diodes as a light source with RBG color filter technology in South Korea, Samsung Electronics has been used in mass production, its technology from LCD monitors, and its advantages lies in the use of color filters skilled technology with full-color organic light-emitting diode white light when not in use evaporation mask (shadow mask), has the advantages of simple process.

Color filters and white organic light-emitting diodes with a relatively simple process after though, can also be solved by RBG organic light-emitting diodes have different colors because the material life issues change over time, if the spectrum FWHM puts too much color saturation is not caused, the situation where the cavity structure with micro narrowband interference filter which can effectively reduce the spectral half-width, saturated primary colors, the color gamut from the raised to 75.6% 107.8% NTSC, provides an effective augmented gamut approach.

誌　　謝

感謝在這三年來光電學院的各位師長們的教導及培育，能讓學生於光電科技的領域裡重新深造並深入探討。在這三年修業中，最感謝是指導學生的蘇海清博士，除了提供了完善的實驗設施及環境外，並以耐心的諄諄教誨，讓學生們能夠在和諧的氣氛下研究與學習，並且以不同的思考方向進行學業的探討，讓學生受益良多，同時感謝一路伴隨學生成長的研究室的學長和學弟妹外，最後感謝家人給予的支持與鼓勵，讓學生能順利地完成學業。

表目錄

表1、有機發光二極體與高分子發光二極體的比較……..11

表2、WOLED與彩色濾光片及DBR+彩色濾光片三原色色彩座標與色域比較……...….41

圖目錄

圖 1、施加一正向外加偏壓於有機發光二極體之能階圖.....6

圖 2、電荷因外部電場驅動下之能階圖.....6

圖 3、電子與電動結合產生激發子之能階圖.....7

圖 4、陰陽極之間夾一層有機層結構圖.....7

圖 5、陽極、電洞傳輸層、發光兼電子傳輸層和陰極結構圖.....8

圖 6、陽極、電子傳輸層、發光兼電洞傳輸層和陰極結構圖.....8

圖 7、將發光層夾在電子及電洞傳輸層結構圖.....9

圖 8、將揭限層夾在電子及電洞傳輸層結構圖.....9

圖 9、將發光層、電子及電洞注入加入結構圖.....10

圖 10、有機發光二極體三種 Type 結構圖.....12

圖 11、上發光元件及下發光元件開口率效益圖.....13

圖 12、色域圖.....16

圖 13、Wide-Angle Interference 示意圖.....17

圖 14、Multiple-Beam Interference 示意圖.....18

圖 15、有機發光元件內一般光學結構及特性示意圖.....18

圖 16、傳統非共振腔下發射型有機發光元件的正相增益因子.....20

圖 17、元件發光頻譜效應.....20

圖 18、微共振腔有機發光元件正向增益因子

圖 19、對元件發光頻譜之效應.....21

圖 20、模擬計算 R_2 對 G_{int} 的影響($\lambda_{em}=520nm$)：$\Delta\lambda_{em}=60nm$.....22

圖 21、模擬計算 R_2 對 G_{int} 的影響($\lambda_{em}=520nm$)：$\Delta\lambda_{em}$ 為變數.....23

圖 22、(a) 及 (b) 使用一金屬鏡面及一介電質鏡面組合成微共振腔有機發光元件之結構(c) 使用兩個介電質鏡面組合成微共振腔有機發光元件之結構(d) 及 (e) 使用兩金屬鏡面組合成微共振腔有機發光元件之結構.....24

圖 23、折射率為 N 及光學厚度為 d 的薄膜在基板.....28

圖 24、基板上的多層膜簡化為單層膜.....32

圖 25、以 ϕ 為橫座標所示可以看到每格 π 有一高透射帶.....34

圖 26、以 ϕ 為橫座標，m=1 透射帶.....34

圖 27、利用平行明面板當空間層.....35

圖 28、Fabry-Perot 型窄帶濾光片.....36

圖 29、布拉格反射鏡的 Fabry-Perot 型窄帶濾光器.....36

圖 30、WOLED 發光頻譜.....37

圖 31、彩色濾光片紅/綠/藍色發光頻譜.....37

圖 32、WOLED 與其當背光源時的彩色濾光片發光頻譜.....38

圖 33、WOLED 與其當背光源時的彩色濾光片結構圖.....38

圖 34、WOLED+彩色濾光片色域示域圖.....39

圖 35、WOLED 搭配 DBR730nm、DBR750nm、DBR770nm、DBR800nm+Color Filter 發光頻譜.....40
圖 36、WOLED 搭配 DBR730nm、DBR750nm、DBR770nm、DBR800nm+Color Filter 結構圖.....40
圖 37、 WOLED 搭配 DBR 厚度變更及彩色濾光片色域圖.....41
圖 38、共振腔體厚度降低時的發光頻譜.....42
圖 39、WOLED+DBR 厚度變更與紅色濾光片搭配結構圖.....42
圖 40、WOLED+DBR 厚度變更與紅色濾光片搭配後發光頻譜.....43
圖 41、WOLED+DBR 厚度變更與紅色濾光片搭配後色域圖.....43
圖 42、WOLED+DBR 厚度變更與綠色濾光片搭配結構圖.....44
圖 43、WOLED+DBR 厚度變更與綠色濾光片搭配後發光頻譜.....44
圖 44、WOLED+DBR 厚度變更與綠色濾光片搭配後色域圖.....45
圖 45、WOLED+DBR 厚度變更與藍色濾光片搭配結構圖.....45
圖 46、WOLED+DBR 厚度變更與藍色濾光片搭配後發光頻譜.....46
圖 47、WOLED+DBR 厚度變更與藍色濾光片搭配後色域圖.....46