

LED背光模組導光結構之設計 Light-Guide Structure Design for LED Back Light Module

指導教授：黃俊明 副教授
研究生：賴鴻毅

前言

LED背光模組的基本原理，係將光源所發出的光線耦合進入導光板中，其中部分的光線會直接射出導光板表面進入光學膜片，而另一部份的光線經由導光板下表面的微細凸狀網點反射，再經由擴散片的均光作用與稜鏡片的集光作用，透過簡潔有效的光學機構，轉化成高亮度且均勻輝度的面光源，如圖1所示。



圖1 LED背光模組主要光學元件結構圖

文獻回顧

在許多相關文獻中提出，在導光板入光側使用V-cut溝槽或半圓柱狀透鏡(Lenticular)結構，利用光線通過該擴散機構後產生擴散效果，來淡化LED所產生的光場不均的現象，能夠使得導光板達到均勻的輝度。

Jee-Hong Min在導光板入光處設計一種複合式擴散結構，該結構是利用折射的原理，由平面、V形狀以及火焰形狀的造型所組合，當光線通過該擴散機構後，能夠使得導光板達到均勻輝度效果。

研究方法

本文在探討導光板入光側結構及導光板底部結構的設計，並藉由光學模擬軟體SPEOS之輔助，達到LED背光模組的較佳設計。

入光側上採用漸變式及非對稱式V-Cut微結構，改變光線進入導光板之路徑；導光板底部結構方面，由幾何多邊形之網點微結構，增加出光面的亮度均勻性。

本文以兩吋LED背光模組為例，說明以三顆LED作為光源進行導光板光跡模擬，將所設計的導光板入光結構以及下網點結構，利用軟體建立背光模組，模擬光線經由微結構折射後，光場所能分布之範圍。

V-Cut入光結構

由圖2所示，當導光板使用V-cut結構時，光場會往LED兩側擴散，會產生LED兩側區域亮度較高，而中間區域亮度較低的現象。



圖2 V-cut結構光線折射圖

(θ_1 : LED發光角度, θ_2 : 光線入射角, θ_3 : 光線折射角, θ : V-cut夾角)

漸變式V-cut入光結構

當V-cut結構夾角較小時，光線通過結構後會產生集中現象；當V-cut結構夾角較大時，光線會產生擴散現象。

改變傳統固定式V-cut結構設計，以LED中心為起點，固定結構間距，逐漸往兩側增加或減少V-cut結構的夾角，如圖3所示。

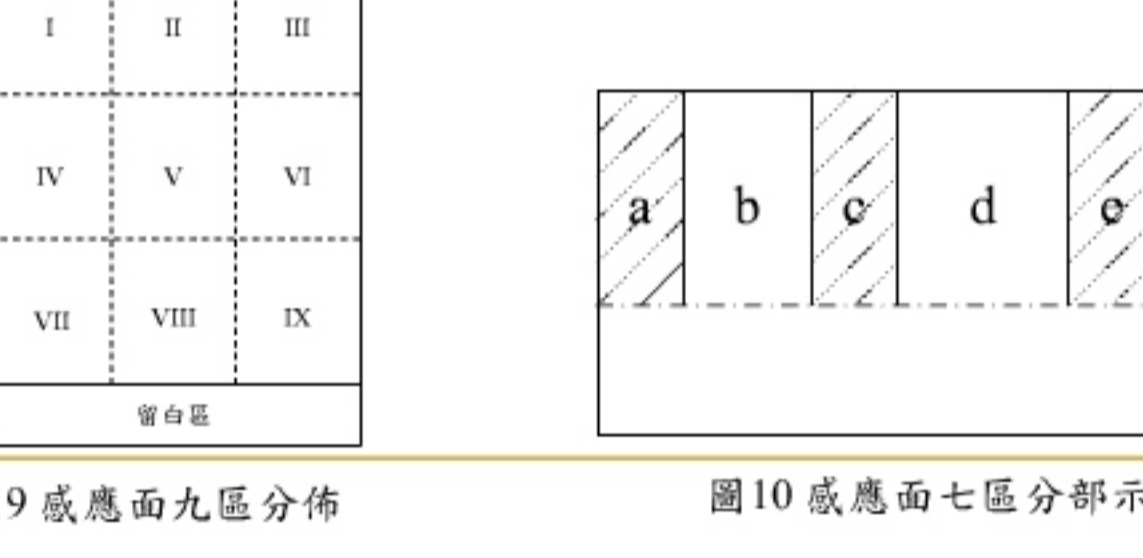


圖3 漸變式V-cut入光結構

非對稱式V-cut入光結構

若以非對稱V-cut結構取代原有的V-cut夾角，將 θ 角分為兩個不同的角度，分別為內側(偏LED中心方向)角度與外側(偏LED外側方向)角度，如圖4，圖5所示。

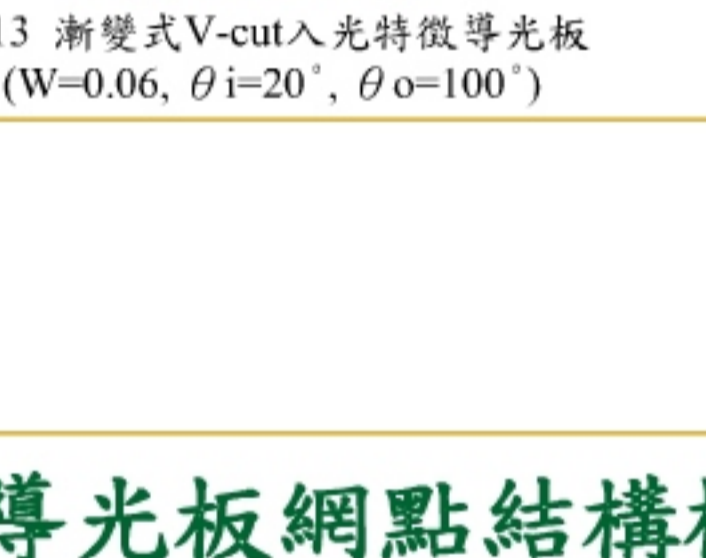


圖4 非對稱V-cut入光結構

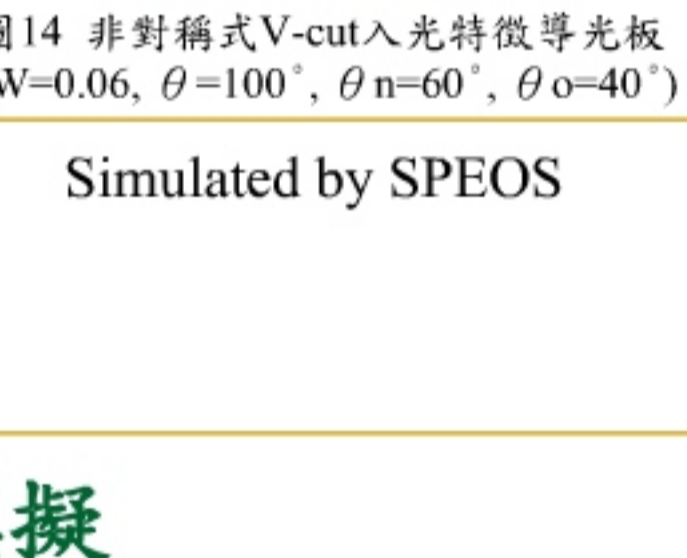


圖5 非對稱V-cut結構光線折射圖

多邊形網點設計

網點為固定直徑 $40\mu\text{m}$ ，X、Y間距採用均一性，排列方式為交錯型式，如圖6所示。以外接圓方式繪出多邊形的形狀，如圖7所示。

Simulated by SPEOS



圖6 交錯排列方式



圖7 多邊形網點示意圖

導光板光跡模擬

本文以兩吋LED背光模組為例，說明以三顆LED作為光源進行導光板光跡模擬，利用SPEOS軟體建立模型，如圖8所示。模擬光線經由微結構折射之範圍。



圖8 背光模組模型

Simulated by SPEOS

感應面分區方式

光跡模擬後將導光板平均分配為九區進行分析數據，如圖9所示。在入光處部份，將導光板感應面3~9mm位置，區分為七區作為入光處測量照度值並比較，如圖10所示，其中b、d、f為LED出光處。

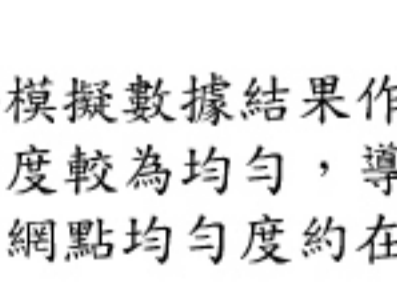


圖9 感應面九區分佈

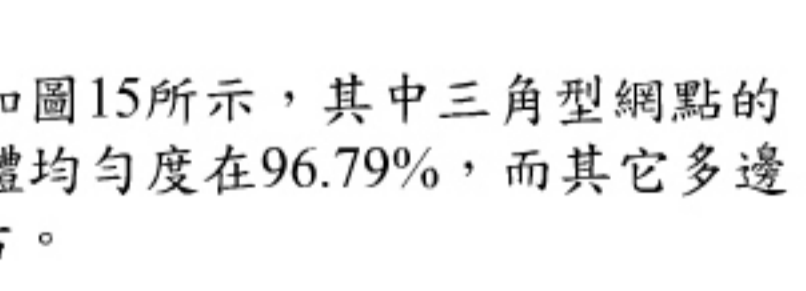


圖10 感應面七區分佈示意圖

導光板入光處模擬



圖11 無入光特微導光板之光場分布

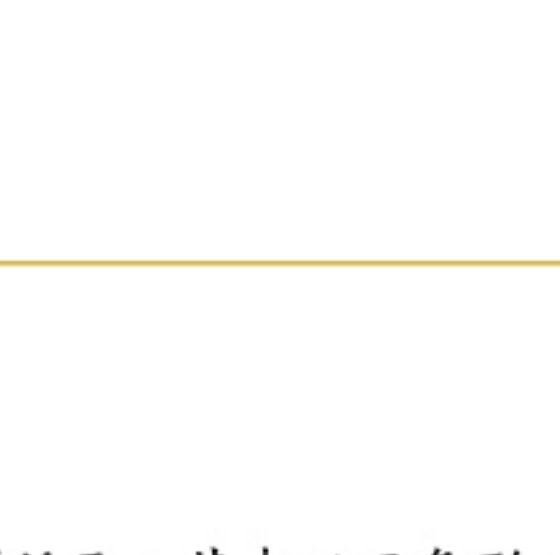


圖12 V-cut入光特微導光板之光場分布 (W=0.06, H=0.02, $\theta=112.6^\circ$)

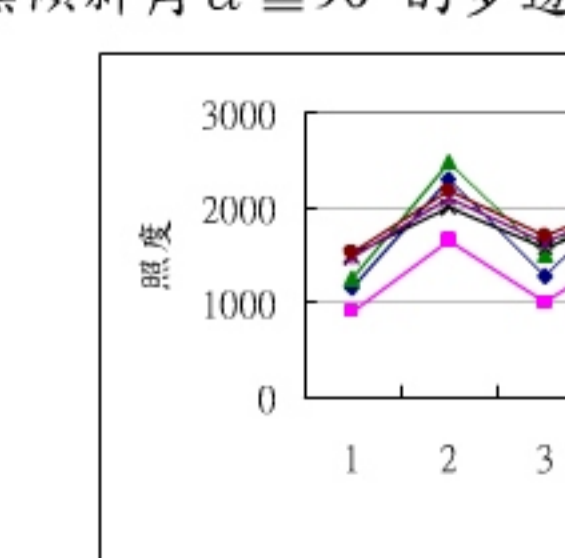


圖13 漸變式V-cut入光特微導光板 (W=0.06, $\theta_i=20^\circ$, $\theta_o=100^\circ$)

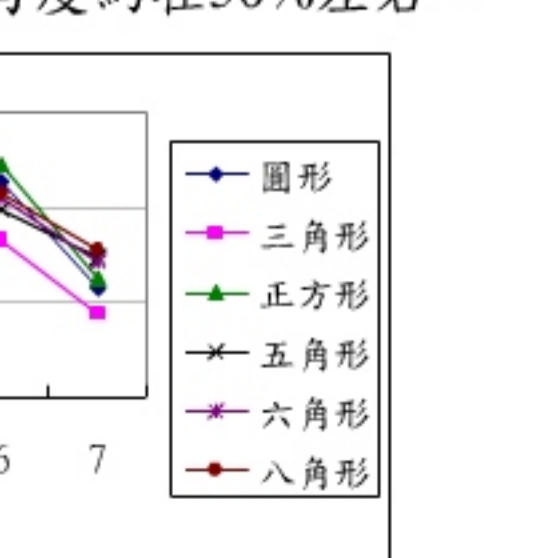
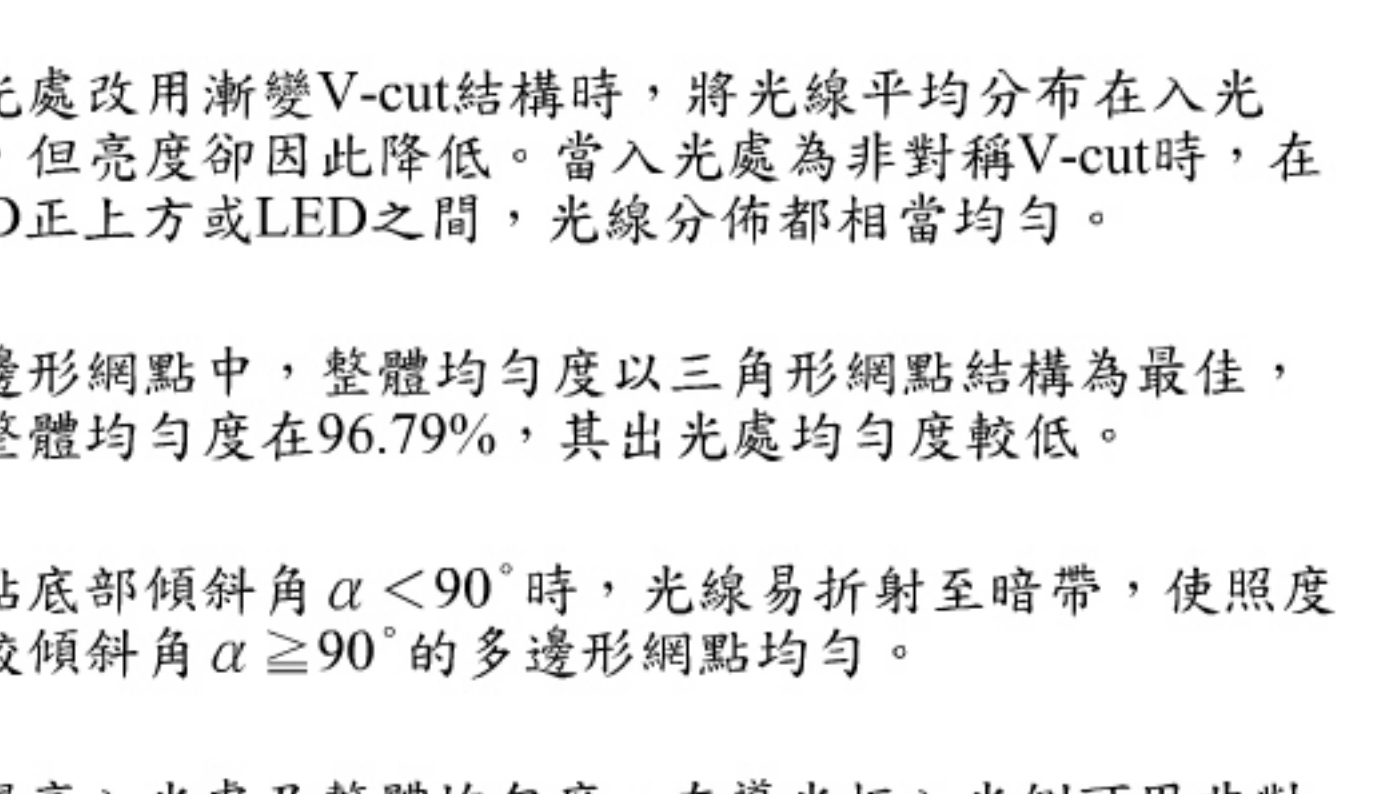


圖14 非對稱式V-cut入光特微導光板 (W=0.06, $\theta=100^\circ$, $\theta_n=60^\circ$, $\theta_\alpha=40^\circ$)

Simulated by SPEOS

導光板網點結構模擬

表1 各種網點形狀模擬



Simulated by SPEOS

表2 多邊形網點九區的照度值

	圓形	三角形	正方形	五角型	六角形	八角形
第一區	1230	1310	1472	1251	1365	1335
第二區	1223	1304	1480	1236	1352	1319
第三區	1225	1297	1477	1249	1373	1329
第四區	1374	1310	1607	1425	1528	1501
第五區	1395	1323	1640	1425	1534	1510
第六區	1377	1306	1598	1416	1515	1509
第七區	1674	1303	1863	1704	1773	1818
第八區	1714	1340	1918	1727	1820	1867
第九區	1659	1310	1839	1686	1758	1802
平均	1430	1302	1659	1457	1557	1564
均勻度	71.35	96.79	76.75	71.57	74.29	70.65

表3 多邊形網點七區的照度值

	圓形	三角形	正方形	五角型	六角形	八角形
第一區	1144	900.7	1258	1495	1467	1517
第二區	2292	1650	2479	1998	2109	2177
第三區	1278	1000	1494	1582	1630	1710
第四區	2276	1651	2460	1966	2100	2135
第五區	1290	986.4	1472	1570	1620	1679
第六區	2265	1649	2455	1985	2102	2142
第七區	1153	868.2	1250	1470	1422	1545
平均	1671.14	1243.61	1838.29	1723.71	1778.57	1843.57
均勻度	49.91	52.59	50.42	73.57	67.43	69.68

結果與討論

將模擬數據結果作統計，如圖15所示，其中三角型網點的照度較為均勻，導光板整體均勻度在96.79%，而其它多邊形網點均勻度約在71%左右。

圖15 多邊形網點感應面九區數據比較

結果與討論

將出光處七個區間做比較，如圖16所示，其中以五角形、六角形與八角形網點的導光板，在感應面的照度值較為均勻，其均勻度分別為73.57%、67.43%以及69.68%，而其它無傾斜角 $\alpha \geq 90^\circ$ 的多邊形網點均勻度約在50%左右。

圖16 多邊形網點感應面七區數據比較

結論

- 入光處改用漸變V-cut結構時，將光線平均分布在入光處，但亮度卻因此降低。當入光處為非對稱V-cut時，在LED正上方或LED之間，光線分佈都相當均勻。
- 多邊形網點中，整體均勻度以三角形網點結構為最佳，其整體均勻度在96.79%，其出光處均勻度較低。
- 網點底部傾斜角 $\alpha < 90^\circ$ 時，光線易折射至暗帶，使照度值較傾斜角 $\alpha \geq 90^\circ$ 的多邊形網點均勻。
- 要提高入光處及整體均勻度，在導光板入光側可用非對稱V-cut結構，搭配三角形網點結構可有較佳出光效率。

The End

&

Thanks for attending