

# 噴砂加工微結構於導光板的應用

學生：陳建翔

指導教授：陳仁浩博士

國立交通大學精密與自動化工程學程（研究所）碩士班

## 摘 要

隨著液晶顯示器製造技術的提升，以及大尺寸及低價格的趨勢下，背光模組除了必須考量輕量化、薄型化、低消費電力、高均勻性、高亮度、降低成本及有效發光視角等，所以開發新型的導光板，將會是背光模組製造商努力的方向。本論文的目的在探討導光板上使用噴砂加工微結構的光學表現；首先使用光學模擬軟體模擬各種微結構的出光效果，再選定使用噴砂加工製作微結構，並配合噴砂加工製程的變化，製作出各種不完全相同的微結構，經量測後得到定點加工光效果較佳的微結構。最後利用文獻中提到由疏到密的佈點方式，製作出遮罩，將遮罩放置於導光板上方，進行整面的噴砂加工，以減少噴砂加工中的交互影響，將定點加工的微結構完整運用於導光板上，以期能得到更佳的光學表現。

# Sand Blasting Microstructure Application in the Light Guide Plate

Student : Chien-Hsiang Chen

Advisors : Dr. Ren-Haw Chen

M.S. Program of Automation and Precision Engineering  
College of Engineering  
National Chiao Tung University

## ABSTRACT

The liquid-crystal display technique of manufacture's promotion, as well as the great size and under the low price's tendency, the backlight mold train except must consider the lightweight, thin, low consumption electricity, the high uniformity, the high luminance, to reduce the cost and the effective illumination angle of view and so on, therefore development new type light guide plate, will be the backlight mold train manufacturer's direction diligently. The dissertation goal in discusses on light guide plate to use the sand blasting microstructure optics performance; First uses optical simulation software to simulate each kind of microstructure the light effect, designated again the use sand blasting manufacture microstructure, and coordinates the sand blasting system regulation the change, manufactures each kind of not identical microstructure, after gauging obtains the fixed-point processing light effect good microstructure. Finally mentions the stationing way from sparse to dense using the literature in Mask, use mask to make the entire surface sand blasting for light guide plate, reduces in the sand blasting the interaction, utilizes completely the fixed-point sand blasting's microstructure on light guide plate, can obtain the better optics performance by the time.

## 誌 謝

本篇論文得以完成，首先要感謝恩師陳仁浩博士，在研究期間對論文方向的悉心指導以及文字的大刀斧正，使我順利完成論文外，也學到正確的研究態度與方法；並感謝陳大潘老師、陳宗麟老師、洪景華老師與徐瑞坤老師的教誨，使論文更趨完備。

同時感謝實驗室的各位學長與學弟，於這段期間對於本人提供的各種幫助與指導，尤其是劉安誠學長細心的指導，使我的研究生生活更加充實。

最後要感謝我的家人，首先是我的父母，從小養育我至成人，都給我最好的教育與生活環境；最後要感謝我的妻子林嘉卿，在我求學的這一段期間，幫我打理家中的大小事物，讓我無後顧之憂的全力衝刺，並給我鼓勵與支持，也感謝上天送給我一個可愛的寶貝兒子陳伯融，使我的生活更加完美。最後僅以本文獻給我的家人以及關懷我的人。

## 目錄

中文提要	.....	i
英文提要	.....	ii
誌謝	.....	iii
目錄	.....	iv
表目錄	.....	vi
圖目錄	.....	vii
一、	緒論.....	1
1.1	研究背景.....	1
1.2	背光模組的產業趨勢.....	1
1.3	背光模組的結構.....	2
1.4	背光模組的製造方法.....	5
1.5	文獻回顧.....	7
1.6	研究動機與目的.....	9
1.7	研究方法.....	11
二、	相關理論介紹.....	25
2.1	基礎理論.....	25
2.1.1	反射定律.....	25
2.1.2	折射定律.....	25
2.1.3	導光板光學原理.....	26
2.2	光的度量用語.....	28
2.3	背光模組光學檢測介紹.....	29
三、	微結構光學模擬與導光板噴砂加工.....	33
3.1	光學模擬簡介.....	33
3.2	微結構光學模擬的結果.....	33
3.3	噴射加工概說.....	34
3.4	噴砂的用途.....	35
3.5	實驗流程與規劃.....	36
3.6	實驗設備.....	37
3.7	實驗方法.....	38
四、	導光板噴砂加工結果與討論.....	64
4.1	實驗結果.....	64
4.2	實驗討論.....	65
4.2.1	噴砂角度對於導光板的光學表現的影響.....	65
4.2.2	噴砂時間對於導光板的光學表現的影響.....	65
4.2.3	噴砂壓力與距離對導光板的光學表現的作用.....	66
4.2.4	表面微結構在導光板上的光學效用.....	66

五、	結論與未來的方向·····	74
5.1	結論·····	74
5.2	未來的方向·····	74
參考文獻	·····	76



## 表目錄

表 1-1	印刷與非印刷導光板優缺點·····	12
表 1-2	非印刷式導光板製程比較·····	13
表 3-1	光學量測儀主要性能·····	41
表 3-2	電流表主要性能·····	41
表 3-3	加工參數一覽表·····	42
表 4-1	45°加工微結構導光板可視角·····	68
表 4-2	60°加工微結構導光板可視角·····	68
表 4-3	90°加工微結構導光板可視角·····	68
表 4-4	使用遮罩加工微結構導光板的光學輝度比較·····	69



## 圖目錄

圖 1-1	液晶顯示器結構圖	14
圖 1-2	背光模組基本結構	14
圖 1-3	LCD 材料成本結構分析	15
圖 1-4	背光模組材料成本分析	15
圖 1-5	直下式背光模組示意圖	16
圖 1-6	側邊式背光模組織結構介紹	17
圖 1-7	冷陰極燈管構造	17
圖 1-8	光在導光板內的軌跡	18
圖 1-9	光打到擴散點後的軌跡	18
圖 1-10	擴散片示意圖	18
圖 1-11	擴散片結構圖	19
圖 1-12	稜鏡片示意圖	19
圖 1-13	稜鏡片結構圖	19
圖 1-14	背光模組的製造流程圖	20
圖 1-15	印刷式導光板	20
圖 1-16	蝕刻技術表面	20
圖 1-17	電鑄製程表面	21
圖 1-18	電鑄製程導光板	21
圖 1-19	精密加工製程	22
圖 1-20	精密加工式導光板	22
圖 1-21	噴砂加工式導光板	22
圖 1-22	15 吋背光模組成本分析	23
圖 1-23	上方加入稜鏡片結構的導光板	23
圖 1-24	上方與下方加入稜鏡片結構的導光板	23
圖 1-25	上方加入擴散點與下方加入稜鏡片結構的導光板	24
圖 1-26	加入不同折射率顆粒的導光板	24
圖 2-1	反射定律光線軌跡	30
圖 2-2	折射定律光線軌跡	30
圖 2-3	光碰到透明稜鏡面之全反射示意圖	30
圖 2-4	狹窄化方法中光之行進路線隨結構之改變情形	31
圖 2-5	上微結構中光之行進路線隨結構之改變情形	31
圖 2-6	下微結構中光之行進路線隨結構之改變情形	31
圖 2-7	擴散點方法中光之行進路線隨結構之改變情形	31
圖 2-8	畫面的檢測點	32
圖 3-1	光學模擬流程圖	43
圖 3-2	現行架構模組的光學模擬畫面分佈	43

圖 3-3	模擬光線數目對於平均輝度的趨勢	44
圖 3-4	各形式微結構大小的出光效率	44
圖 3-5	半圓狀微結構導光板的光學模擬畫面分佈	44
圖 3-6	半圓柱狀微結構導光板的光學模擬畫面分佈	45
圖 3-7	圓錐狀微結構導光板的光學模擬畫面分佈	45
圖 3-8	角錐狀微結構導光板的光學模擬畫面分佈	45
圖 3-9	菱鏡狀微結構導光板的光學模擬畫面分佈	46
圖 3-10	砂粒及表面加工狀況	46
圖 3-11	玻璃珠放大圖	47
圖 3-12	實驗流程	47
圖 3-13	拓普康 BM-7 光學量測儀器	47
圖 3-14	電流表	48
圖 3-15	光學顯微鏡	48
圖 3-16	掃描式電子顯微鏡	49
圖 3-17	背光模組	49
圖 3-18	背光模組光學畫面分佈	49
圖 3-19	背光模組水平可視角	50
圖 3-20	背光模組垂直可視角	50
圖 3-21	電源供應器	50
圖 3-22	加上保護膜的導光板	51
圖 3-23	單點加工後的正面出光效果	51
圖 3-24	噴砂加工角度示意圖	51
圖 3-25	模組接線示意圖	52
圖 3-26	模組角度量測示意圖	52
圖 3-27	45°單點加工微結構導光板搭配原結構光學模片畫面分佈	53
圖 3-28	45°加工微結構導光板搭配原結構光學模片水平可視角	53
圖 3-29	45°加工微結構導光板搭配原結構光學模片垂直可視角	53
圖 3-30	60°單點加工微結構導光板搭配原結構光學模片畫面分佈	54
圖 3-31	60°加工微結構導光板搭配原結構光學模片水平可視角	54
圖 3-32	60°加工微結構導光板搭配原結構光學模片垂直可視角	54
圖 3-33	90°單點加工微結構導光板搭配原結構光學模片畫面分佈	55

圖 3-34	90°加工微結構導光板搭配原結構光學模片水平可視角.....	55
圖 3-35	90°加工微結構導光板搭配原結構光學模片垂直可視角.....	55
圖 3-36	45°單點加工微結構導光板搭配原結構光學模片省去下擴散片畫面分佈.....	56
圖 3-37	45°加工微結構導光板搭配原結構光學模片省去下擴散片水平可視角.....	56
圖 3-38	45°加工微結構導光板搭配原結構光學模片省去下擴散片垂直可視角.....	56
圖 3-39	60°單點加工微結構導光板搭配原結構光學模片省去下擴散片畫面分佈.....	57
圖 3-40	60°加工微結構導光板搭配原結構光學模片省去下擴散片水平可視角.....	57
圖 3-41	60°加工微結構導光板搭配原結構光學模片省去下擴散片垂直可視角.....	57
圖 3-42	90°單點加工微結構導光板搭配原結構光學模片省去下擴散片畫面分佈.....	58
圖 3-43	90°加工微結構導光板搭配原結構光學模片省去下擴散片水平可視角.....	58
圖 3-44	90°加工微結構導光板搭配原結構光學模片省去下擴散片垂直可視角.....	58
圖 3-45	45°加工後玻璃珠與微結構外觀.....	59
圖 3-46	60°加工後玻璃珠與微結構外觀.....	59
圖 3-47	90°加工後玻璃珠與微結構外觀.....	59
圖 3-48	遮罩.....	60
圖 3-49	45°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片光學表現.....	60
圖 3-50	45°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片水平視角.....	60
圖 3-51	45°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片垂直視角.....	61
圖 3-52	60°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片光學表現.....	61
圖 3-53	60°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片水平視角.....	61
圖 3-54	60°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片垂直視角.....	62

圖 3-55	90°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片光學表現.....	62
圖 3-56	90°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片水平視角.....	62
圖 3-57	90°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片垂直視角.....	63
圖 4-1	45°加工微結構各參數導光板搭配原結構光學模片光學比較.....	70
圖 4-2	45°加工微結構各參數導光板搭配原結構省去下擴散片光學比較.....	70
圖 4-3	60°加工微結構各參數導光板搭配原結構光學模片光學比較.....	70
圖 4-4	60°加工微結構各參數導光板搭配原結構省去下擴散片光學比較.....	71
圖 4-5	90°加工微結構各參數導光板搭配原結構光學模片光學比較.....	71
圖 4-6	90°加工微結構各參數導光板搭配原結構省去下擴散片光學比較.....	71
圖 4-7	45°加工微結構光學示意圖.....	72
圖 4-8	60°加工微結構光學示意圖.....	72
圖 4-9	90°加工微結構光學示意圖.....	73