

彩虹現形記

利用偏光片檢測物品殘留應力



簡報大綱

1.

• 研究動機及目的

2.

• 研究問題

3.

• 研究歷程

4.

• 研究困難及解決方法

5.

• 研究結果與心得

1. 研究動機與目的

2. 研究問題

3. 研究歷程

4. 研究困難
及解決方法

5. 研究結果
與心得



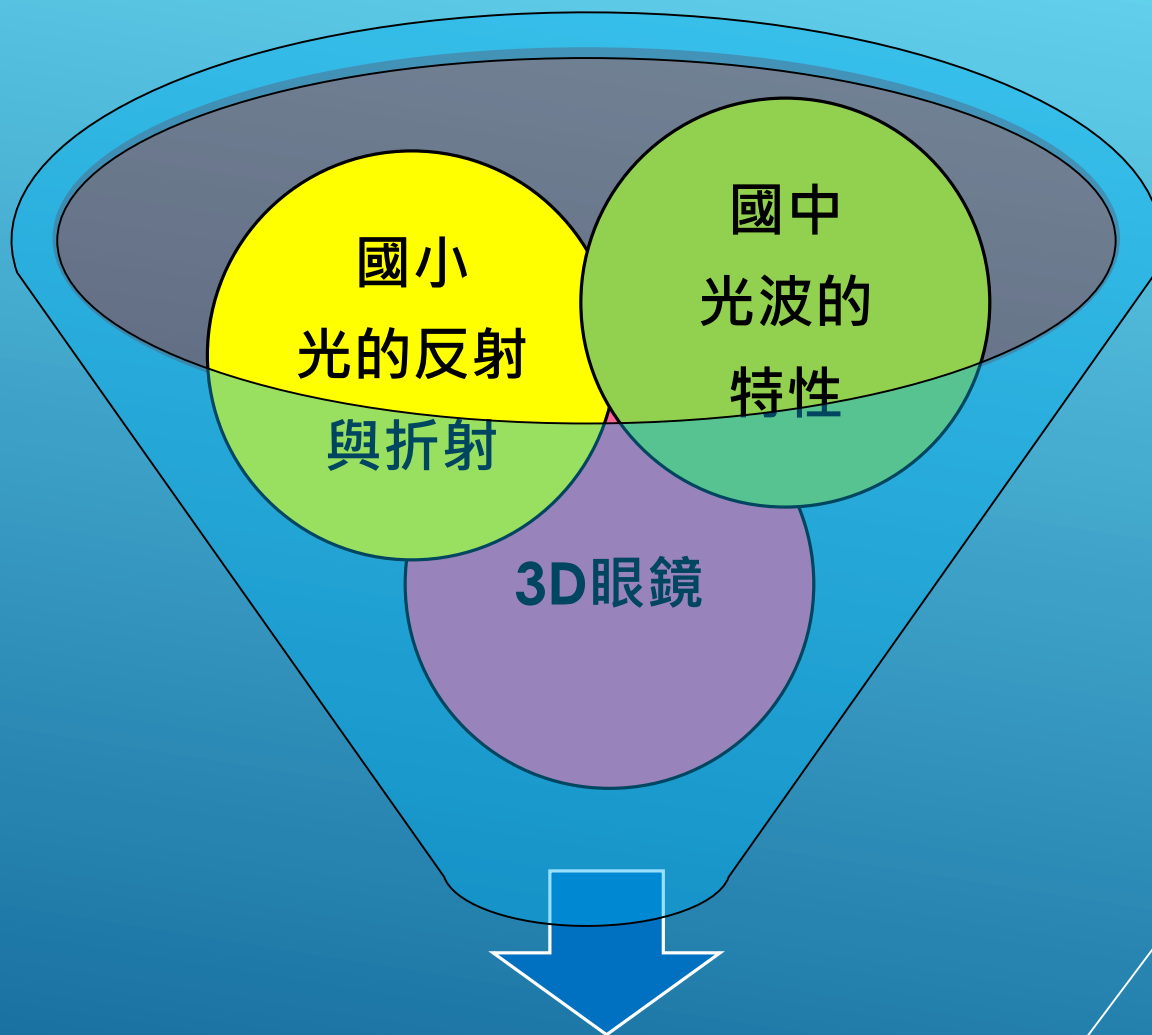
1. 研究動機與目的

2. 研究問題

3. 研究歷程

4. 研究困難
及解決方法

5. 研究結果
與心得



利用偏光片檢測物品的殘留應力

引發思考：
是否能透過**偏光片**
得知塑膠製品的品質，
避免過度使用脆弱之處，
延長塑膠製品使用壽命，
以達到環保的目的。



- 1.了解塑膠製品殘留應力分布
- 2.了解塑膠製品殘留應力分布
與脆弱處的關聯性
- 3.分析塑膠製品之品質
- 4.選擇較耐用之塑膠製品



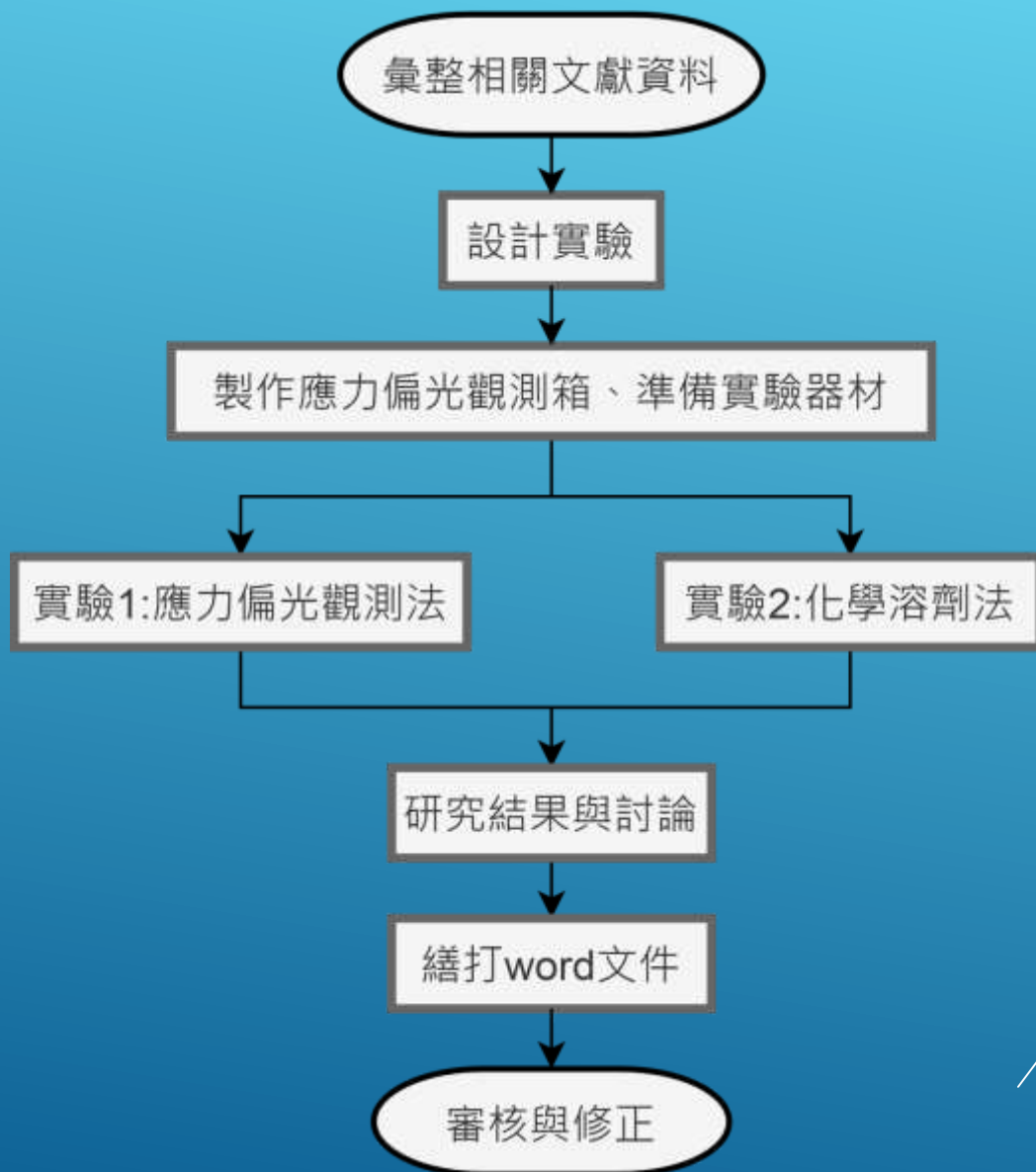
1.研究動機
及目的

2.研究問題

3.研究歷程

4.研究困難及
解決方法

5.研究結果
與心得



塑膠製品品質不良之因

- 射出機的螺桿轉速太快
- 加熱過久
- 塑膠粒射出前乾燥不完全
- 存在殘留應力.....等

本研究探討之因素

殘留應力

名詞解說：

在製造過程之壓製或熱處理時，因受力不均、溫度不均、冷卻過程不均、分子密度不一等，讓分子之間產生殘留應力。

造成後果：

影響成品尺寸的安定性、機械強度及光學特性、耐化、耐候性及耐環境應力性，造成成品翹曲嚴重.....等。對後續加工，如表面電鍍、塗裝、接著等容易造成不良影響。對於光學玻璃，會使儀器成像質量下降。

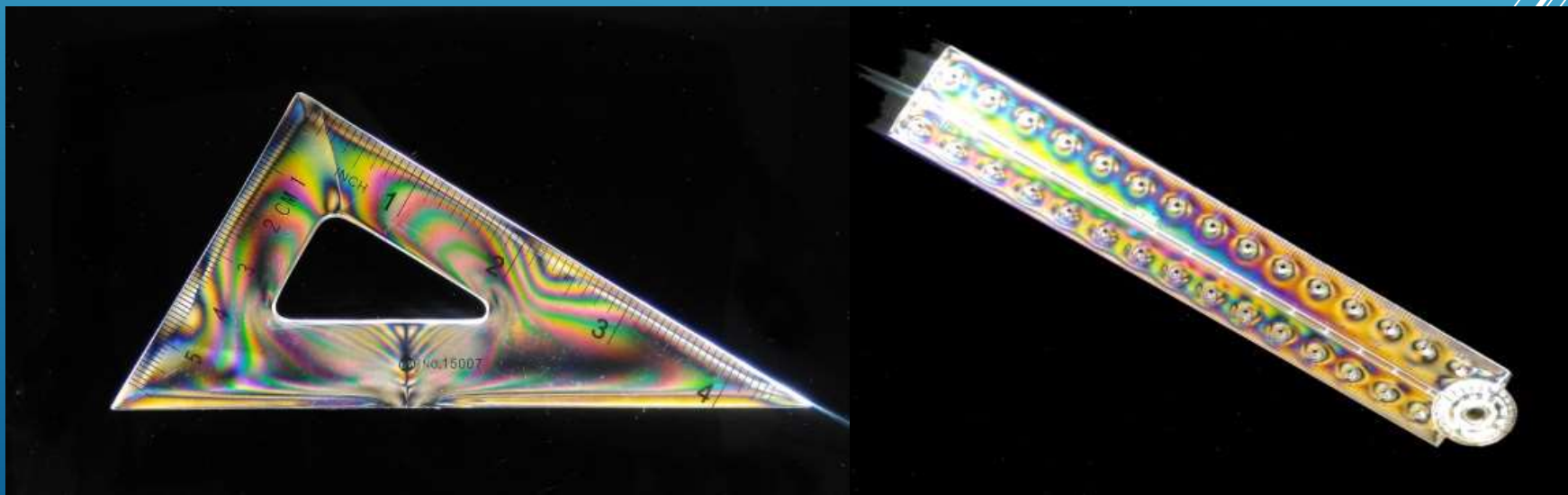
測量殘留應力的方法

- 應力偏光觀測法
- 化學溶劑法
- 鑽洞法
- 削層法
- 削層曲度量測法
- 壓電光譜法等

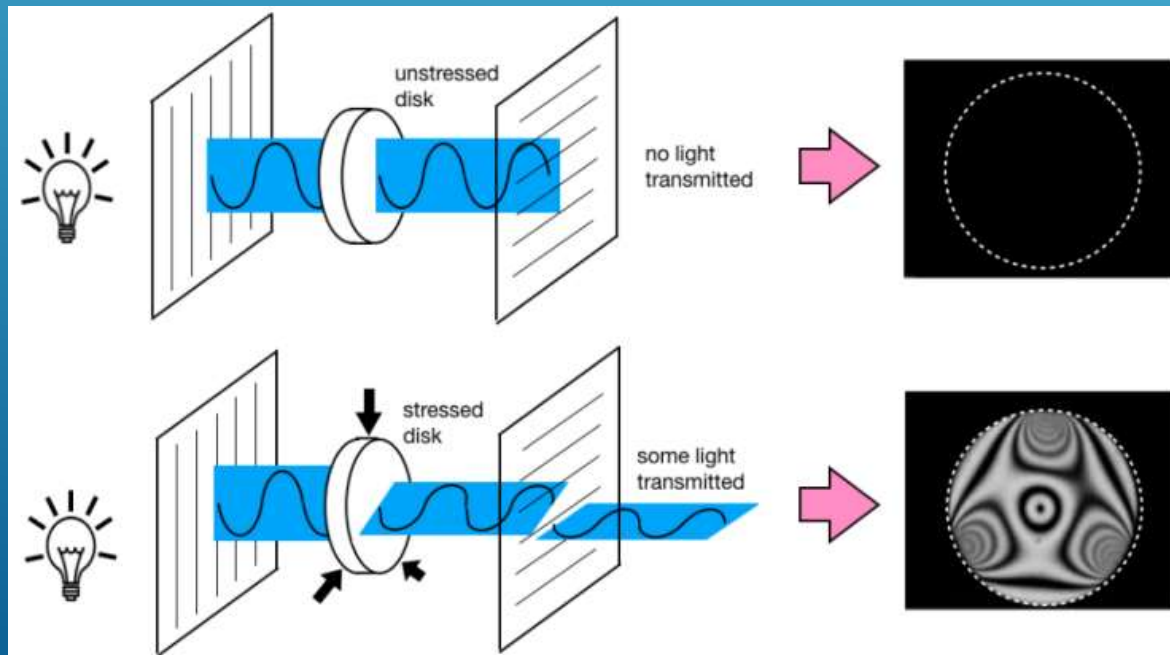
本研究使用之方法

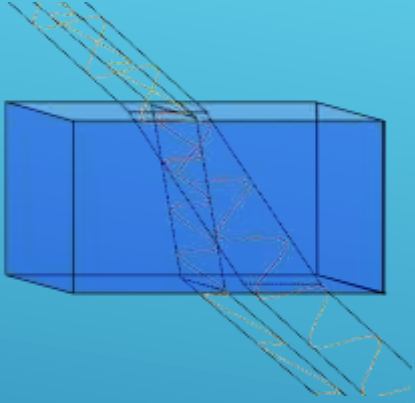
實驗(一) 應力偏光觀測法

將物品平放在底部偏光片上，鏡頭平貼在頂部偏光片上攝影，觀察其彩虹條紋分布。



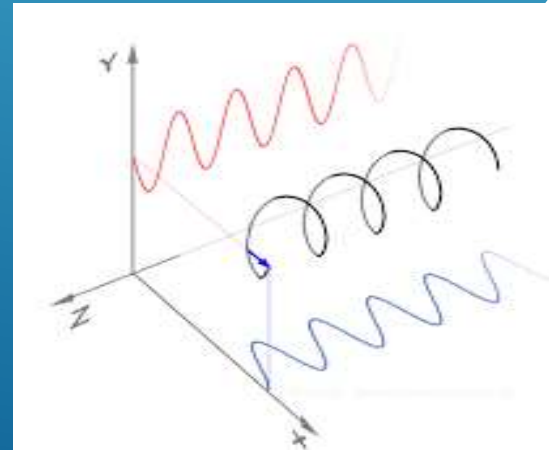
- ◆ 應力偏光觀測殘留應力是相當簡易之定性觀測方法。
- ◆ 將透明塑膠製品放置在偏光片中央，內部應力將會呈現一系列多色帶狀或線條狀紋路，條紋越密集表示殘留應力越多。



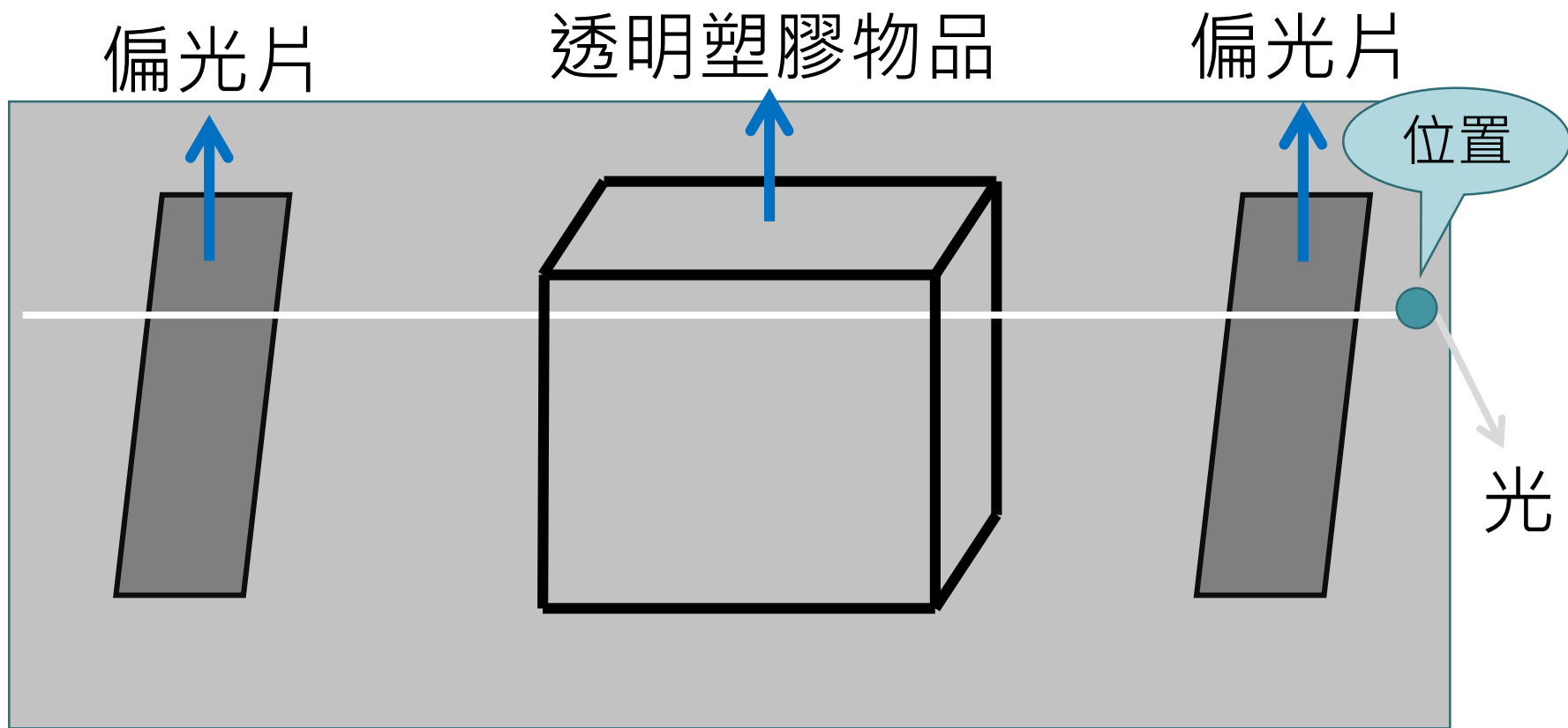


應力偏光觀測原理

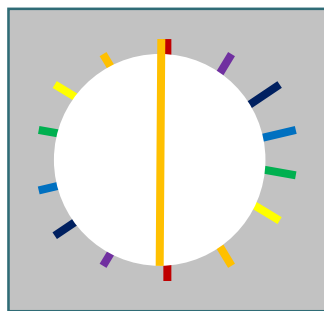
大多塑膠與玻璃製品，具有**雙折射**性質，使得通過第一個偏光片的偏極光在通過塑膠時，分解為二道快慢差異的光線。當兩道偏極光交會成**環型偏光**時，旋轉的光會再被第二片偏光片過濾，顯現出被攔截光之互補色，產生顏色、明暗相間的彩虹。



應力偏光觀測動畫



動畫



1. 研究動機
及目的

2. 研究問題

3. 研究歷程

4. 研究困難及
解決方法

5. 研究結果
與心得



觀測箱外觀

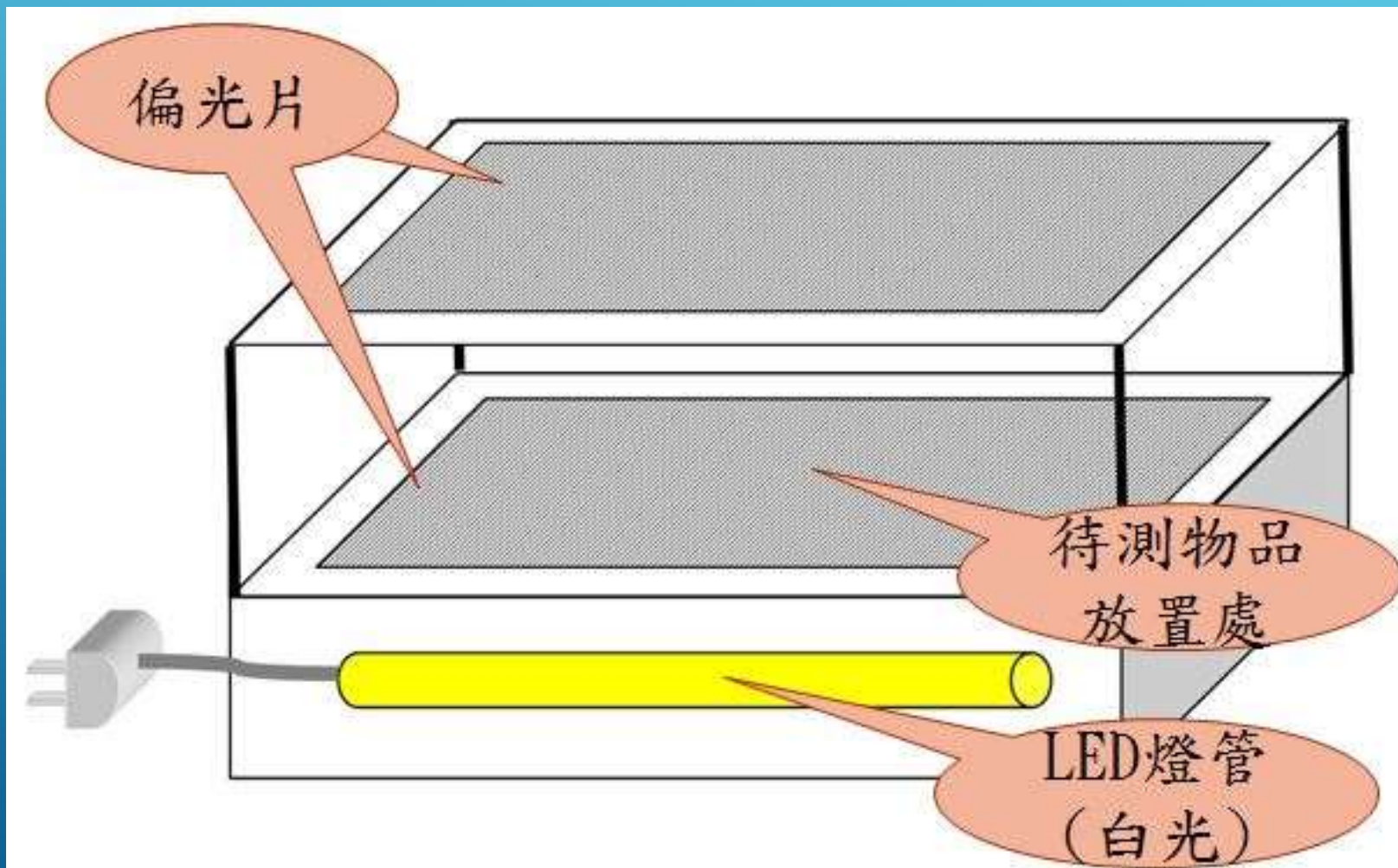


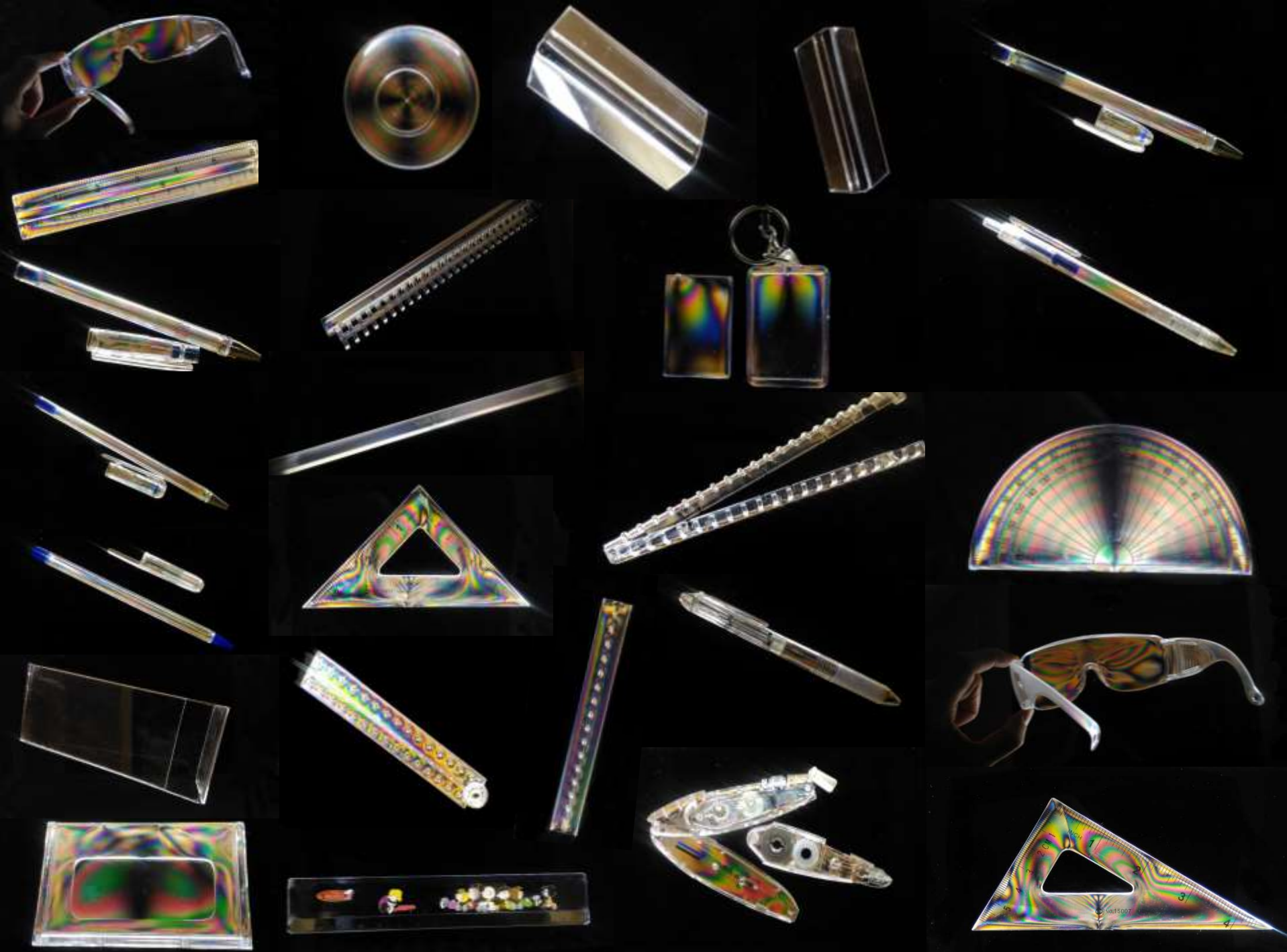
觀測箱上層



觀測箱下層

自製應力偏光觀測箱裝置示意圖





實驗(二) 化學溶劑法

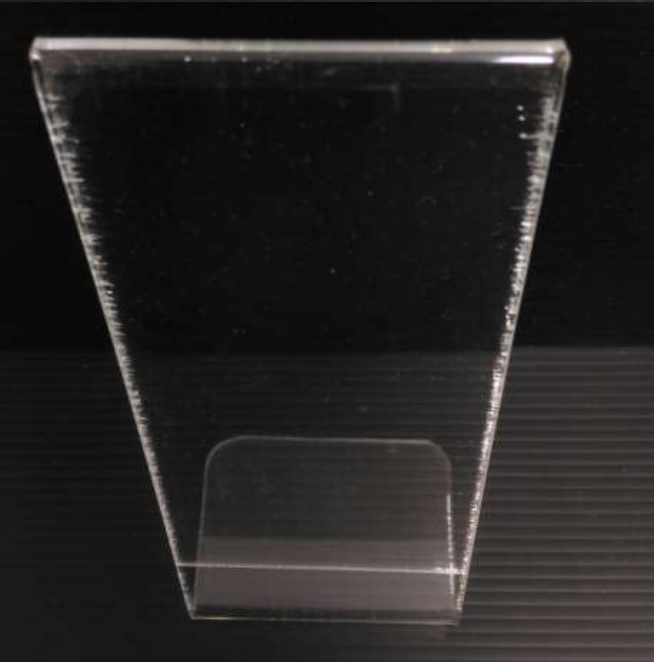
當塑膠有較高的殘留應力時，溶劑會去攻擊較高應力部位而觸發應力破裂或應力泛白現象，所以某些塑膠可以浸泡適合的化學溶劑來分析成型應力或殘留應力的程度。



實驗(二) 化學溶劑法

PMMA (壓克力) 使用酒精：水 = 9：1 溶液浸泡15分鐘後取出，放置1小時後，若有開裂現象，即表示有應力存在。

ABS (樹脂) 利用10%冰醋酸浸泡5~15秒內出現泛白或裂紋現象，製品內應力較大；浸泡2分鐘後無泛白或裂紋，製品內應力較小。



PMMA(壓克力)製品浸泡酒精實驗結果

製品名稱	敷臉碗	鑰匙圈	標示牌 -1	標示牌 -2	標示牌 -3	PMMA 直尺 -1	PMMA 直尺 -2	PMMA 直尺 -3
有無 開裂現象	×	×	○	○	○	○	○	×

ABS(樹脂)製品浸泡冰醋酸實驗結果

製品名稱	拉拉夾	文件桿	A5 透明夾	四色筆 筆身	ABS筆 -1	ABS筆 -2	ABS筆 -3
有無 泛白現象	○	×	×	×	×	×	×

困難1.

市面上的透明塑膠物品較少。
大部分物品材質標示不清。
待測物品尺寸大小受限。

⇒以上原因造成蒐集待測物品的困難，
多跑幾家店面，總有意想不到的收穫。

困難2.

「化學溶劑法」受限溶劑取得不易，
或有劇毒性，而限縮研究範圍。

應力偏光觀測法與化學溶劑法，
兩項實驗待測物品之條件不一，
同時適用兩項實驗的項目因此大幅減少。



困難3.

透明塑膠物品會反光，造成觀測不易。

⇒ 歷經多次調整與測試，總算抓到訣竅：
避開LED燈管的直接照射，並將鏡頭貼
緊偏光片，才能拍出清晰的照片。

困難4.

因COVID-19疫情影響，找不到90%酒精，以75%酒精代替，因此塑膠開裂及泛白效果不佳。



⇒ 歷經千辛萬苦找到90%酒精，重做實驗。

困難5. 冰醋酸味道刺鼻。

⇒ 調配10%冰醋酸時，
必須在通風良好的地方，
且帶手套、戴口罩、佩戴
護目鏡才能確保實驗安全。



困難6.

分析PMMA標示牌時，利用應力偏光觀測的彩紅條紋不明顯，經化學溶劑法卻產生

多條平行狀裂痕，且開裂部位都集中於左右兩側裁切處，觀察發現裁切處的觸感與其他處不同，雖然推論兩處製造過程有所差異，決定前往壓克力工廠請教專家。

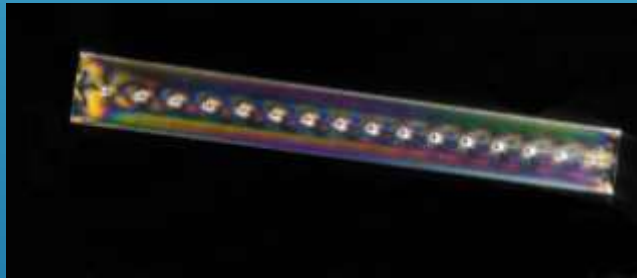


⇒ 經壓克力工廠老闆解說，得知：
PMMA製品裁切處不透明，為求
美觀而進行加工使之透明化，
包括烈焰處理（ 2000°C ）、
鑽石刀拋光.....等，因此在
過程中，裁切處容易因溫度、
壓力而產生殘留應力，驗證了
實驗結果。



一、塑膠製品殘留應力分布

- 1.轉角處、打洞處、邊緣處、厚度差異較大處、刮痕及澆口處，較易出現密集彩虹條紋。



- 2.一整排孔洞周圍的彩虹排列非常相似，表示一整排的孔洞製造過程中產生的殘留應力相同。

二、殘留應力分布與脆弱處的關聯性

在浸泡酒精與冰醋酸的實驗中，將出現開裂或泛白處與使用應力偏光觀測的彩虹條紋相互比對，發現位置關聯性吻合。

證明偏光觀測法之彩虹位置與殘留應力的位置有直接關係，且與塑膠製品脆弱處有關聯性。

三、塑膠製品之品質

厚度相同、材質相同、彩虹分布相似的兩件物品，經化學溶劑法測試後，開裂及泛白現象差異很大，因此推論同樣材質類型之塑膠也有優劣之分。



四、選擇較耐用之塑膠製品

偏光片可觀測肉眼難以辨識的裂痕，
以殘留應力分布來分析塑膠之品質。



3D眼鏡改造前(上)改造後(下)



觀測器使用方式

若無偏光片，可依以下原則來挑選較耐用的塑膠製品：

- 1.無打洞製品，較不易有殘留應力。
- 2.轉彎角度越小，越不易有殘留應力。
- 3.外型越圓弧，越不易有殘留應力。

不過，**殘留應力**並不是影響塑膠製品品質的唯一原因，其他原因包含塑料本身的品質.....等。

心得：

1. 規劃、負責、合作
2. 三人行必有我師
3. 跨領域的知能與技術
4. 學無止境



謝謝評審的聆聽
敬請指教

The image features a solid blue background. In the center, the text '謝謝評審的聆聽' and '敬請指教' is written in a dark blue, serif font. On the right side, there are several white, parallel diagonal lines that create a sense of motion or a modern design element.