

第四章 結果與討論

由前一章節的理論及實際檢證作業分析，我們可以歸納針對整個捲帶式自動接合製程中各製程材料所擁有的特性及其在受熱後溫度的變化情形作一較深入的探討。

4.1 捲帶式自動接合各製程材料之特性

於捲帶式自動接合技術的物理模型中，可以清楚知道，組成要素為不銹鋼熱壓頭、熱壓布、TAB IC(捲帶 IC)、ACF(異方性導電膠)、面板 ITO 引腳及石英玻璃，這些組成要素的特性如下列所述。

- (1) 不銹鋼熱壓頭：在 TAB 製程中，選用過的熱壓頭材質有銅合金、鋁合金、陶瓷材料等等，但經過一段時間驗證後，雖銅合金及鋁合金有較佳的熱傳導性，且陶瓷材料在昇溫降溫過程中熱膨脹問題較小，但仍因銅合金及鋁合金的材質較軟，在長時間的生產使用下容易導致變形，更換頻率增加，相對的成本提高；而陶瓷材料，雖具有較小的熱膨脹係數，在昇降溫過程中均保持良好平整度，但因陶磁的成本高於不銹鋼數十倍之多，且在常溫加熱過程中，TAB 熱壓頭精密度不比 COG 脈衝式加熱之熱壓頭來得高，所以在材質及成本等考量下，在常溫加熱過程中，多半選擇不銹鋼，做為 TAB 製程中使用之熱壓頭材質，雖然不銹鋼雖種類繁多，但一般皆具有耐熱、質硬的特性，配合水循環系統，可以得到幾近相同的均溫性。
- (2) 熱壓布：熱壓布為熱壓頭熱傳導的主要媒介，其主要為橡膠材質，通常會依照不同的製程需求來選擇不同種類的熱壓布，如表 7 為日本信越生產不同種類之熱壓布之相關性質，而熱壓布亦有幾項重要的特色：
 - a. 可以確保溫度快速且均勻的傳遞。
 - b. 耐熱性良好，在短時間內可承受 300°C 以上溫度而不致損壞。
 - c. 可減少靜電的發生。

表 7 熱壓布一般特性

項目	HC Type/HC-S Type	HC-A Type/HC-AS Type
外觀	黑色	暗青色
比重(23°C)	1.17~1.21	2.1~2.3
硬度(JIS)	66~74	67~77
斷裂延伸(%)	100<	60<
拉伸強度(Mpa)	3.9<	2.9<
熱傳導率(W/m ² K)	0.42<	0.84<

(3)TAB IC：即捲帶式 IC，主要構成材料為樹脂捲帶、銅箔、黏著劑、電鍍材料及感光耐蝕劑，而針對主要材料樹脂捲帶的評價項目主要是用熱的特性、機械性的特性、電氣性的特性及化學的特性來評價，本節為乃針對熱的特性作一探討。捲帶 IC 在接合時因使用較高的溫度來接合（180°C 左右），所以在接合時，因熱傳導及熱幅射，會使捲帶 IC 產生機械性變形或熱膨脹，因此導致捲帶 IC 引腳及面板引腳間產生對位間距尺寸的變化，故熱的特性非常重要，如表 8。

表 8 捲帶式 IC 材料之熱的特性

項目	KAPTON	UPLEKS	TX-1	玻璃環氧樹脂	聚脂
熔點(°C)	無	無	無		250~260
燃燒性	自熄滅性	自熄滅性	自熄滅性		可燃性
玻璃轉移點(°C)	>300	>500	>280		
熱膨脹係數(cm/cm/°C)	2.0x10 ⁻⁵	1.5x10 ⁻⁵	2.5x10 ⁻⁵		
加熱收縮率(°C)					
150°C 60分	0.19			0.13	0.77
250°C 10分	0.30	>0.08	0.6	0.15	11.0
400°C 120分		>0.5			
耐熱壽命(°C)	210	290	180		150
比熱(cal/g/°C)	0.261	0.27			

(4) ACF：異方性導電膠為塑膠的一種，一般可分為兩大類，即熱塑性及熱固性塑膠，這完全看它在受熱時之行為而定。TAB 製程使用之 ACF 通常為熱固性塑膠，熱固性高分子受熱後硬化成某種交連程度之塑膠材料，這種交連作用導致一個不可溶或不能熔融硬質產物之形成，此塑料其鏈間彼此糾纏在一起，形成三度空間之化學結構，且通常熱固性 ACF 受熱後即固化，即使再加熱，仍不會再產生化學變化。相反地，熱塑性高分子，在固化（consolidation）過程中沒有進行化學變化，如果有亦僅物理變化而已。一般而言，熱塑性高分子利用加熱和加壓，使

得分子熔融並固化在一起，它們可重複利用加熱或冷卻使材料軟化或固化，而不損及材料之性質，以電子構裝技術而言，大多使用於 HSC(Heat Seal Connector 導電薄膜接合技術)之 ACF 中，加工後因作業不良可再利用高溫約 140°C~170°C 將 HSC 拆下重複使用，故重工性較高。

(5) 面板 ITO 引腳：透明導體薄膜-氧化銦錫(ITO, Indium Tin Oxide)是一透明且導電的材質，其不僅在可見光範圍內有高的穿透率，且在紅外光範圍內有高反射率，為一在不同電磁波頻率範圍內能夠展現不同行為之光選擇性(Optical Selectivity)科技材料。一般 ITO 的製造方法有三種：

- a. 熱壓燒結法：100~1000kg/cm²單軸向加壓，1000~1600°C 燒結。
- b. 熱均壓燒結法：陶瓷粉末以金屬或玻璃材料外包，再同時加溫 (>2000 °C)與氣體壓力(100~320MPa)。
- c. 常壓燒結法：1000~1600°C。

因此 ITO 具有高透光率、低電阻值、高潔淨度、對玻璃基板的附著力強、適當的耐藥品性、電及化學穩定性佳等特性是面板顯示器中不可或缺之零組件。

(6) 石英玻璃：普通石英玻璃是指不純物含量較低的高純度礦石玻璃，即純粹由 100 % SiO₂ 組成的玻璃。它具有玻璃中最好的光學、化學、熱學特性。石英玻璃的光學特性是它對紫外線顯示高透過率，從紫外線到紅外線波長的光可以通過石英玻璃，因此，廣泛應用在光學材料領域。石英玻璃亦具有光穿透性高、90%相對濕度 45°C 溫度下 500 小時無缺陷發生、在 85°C~-20°C 溫度下亦無缺陷發生，故在捲帶式自動接合技術中扮演著重要的角色之一。

4.2 各製程材料受熱後溫度的變化

對於整個捲帶式自動接合製程中各製程材料的特性有了較深入瞭解後，我們可從理論及實際檢證作業分析中對各製程材料在受熱後溫度的變化情形作一總結：

(1) 圖 51、圖 52、圖 53 為 X=0mm、X=-1mm、X=1mm 之處，隨時間的改變，各製程材料在 Z 方向上溫度的分佈。由實際量測值知，在熱壓頭下壓

接觸時開始,溫度為 27°C ,在 2 秒內溫度急速爬昇,依各製程材料之材質不同及厚度差異,熱傳導後之溫度亦不同,但皆超過 100°C 。可以證實的是,當傳熱時間增加至 16 秒至 20 秒間,各製程材料溫度幾乎達到穩定。此外熱量在不同時間內由熱壓頭逐漸傳導至 ITO,使溫度分佈呈現遞減曲線。

- (2) 圖 54 及圖 55 為 $Z=0\text{mm}$ 及 $Z=0.025\text{mm}$ 之處,隨時間改變,製程材料中 ACF 在 X 方向上溫度的分佈。取捲帶式自動接合物理模型中, X 及 Z 軸交點為 $X=0\text{mm}$ 及向左 $X=-1\text{mm}$; 向右 $X=1\text{mm}$ 上分別量測 $Z=0\text{mm}$ 及 $Z=0.025\text{mm}$ 時,製程材料中 ACF 溫度變化情形。可知,當熱壓頭下壓接觸時開始,溫度亦為 27°C ,在 2 秒內溫度急速爬昇,在 $Z=0\text{mm}$ 處, $X=-1\text{mm}$; $X=0\text{mm}$; $X=1\text{mm}$ 上,溫度亦約在 16 秒至 20 秒間達到穩定。但可明顯知道當 $Z=0\text{mm}$, $X=0\text{mm}$ 時,即中心位置,溫度隨時間變化比 $X=-1\text{mm}$ 及 $X=1\text{mm}$ 都來的高,同理, $Z=0.025\text{mm}$ 也是相同的現象,也就是中心位置 $Z=0\text{mm}$ 處, ACF 所承受的溫度上昇量最高,熱膨脹量亦愈大,而兩端則溫度較低,熱膨脹量亦愈低。
- (3) 熱壓頭材質的選用相當重要,需考量硬度、熱傳導性,通常以不銹鋼材質為主。假設以 ACF 與面板引腳之間為 X 軸,面板引腳寬度中心為 Z 軸,其交點座標為 $(0, 0)$,初始條件溫度為 300°C ,當設備下壓後,由 0 秒至 20 秒間,熱量因熱傳導由上向下傳遞,此時不銹鋼會受熱而膨脹產生變形,且將使捲帶 IC 引腳往 Y 方向擴張,因而達到對位,故為使實際溫度達到 ACF 要求之接合溫度外,熱壓頭必須再加裝水循環系統,以使整支熱壓頭溫度分佈均勻,進而穩定達到接合精度要求。
- (4) TAB IC 與面板藉 ACF 黏合時,拉力值會隨溫度上昇而增加,但溫度上昇至 195°C 時,拉力值已達峰值,即使溫度再上昇,拉力值不增反減,如圖 56。

溫度(°C)	拉力1	拉力2	拉力3	拉力4	拉力5	平均
180	920.374	828.458	1009.2	941.538	910.313	921.976
185	945.383	966.223	1000.72	1017.97	1043.84	994.826
190	1001.08	1007.15	969.457	1040.6	1000.36	1003.73
195	1068.7	1072.22	1017.97	1037.66	1033.63	1046.04
200	1035.21	1011.21	977.075	1079.84	1123.36	1045.34
205	1070.57	1066.48	1027.13	1031.98	1002.05	1039.64
210	1122.92	1007.29	1118.51	773.266	1088.03	1022.01

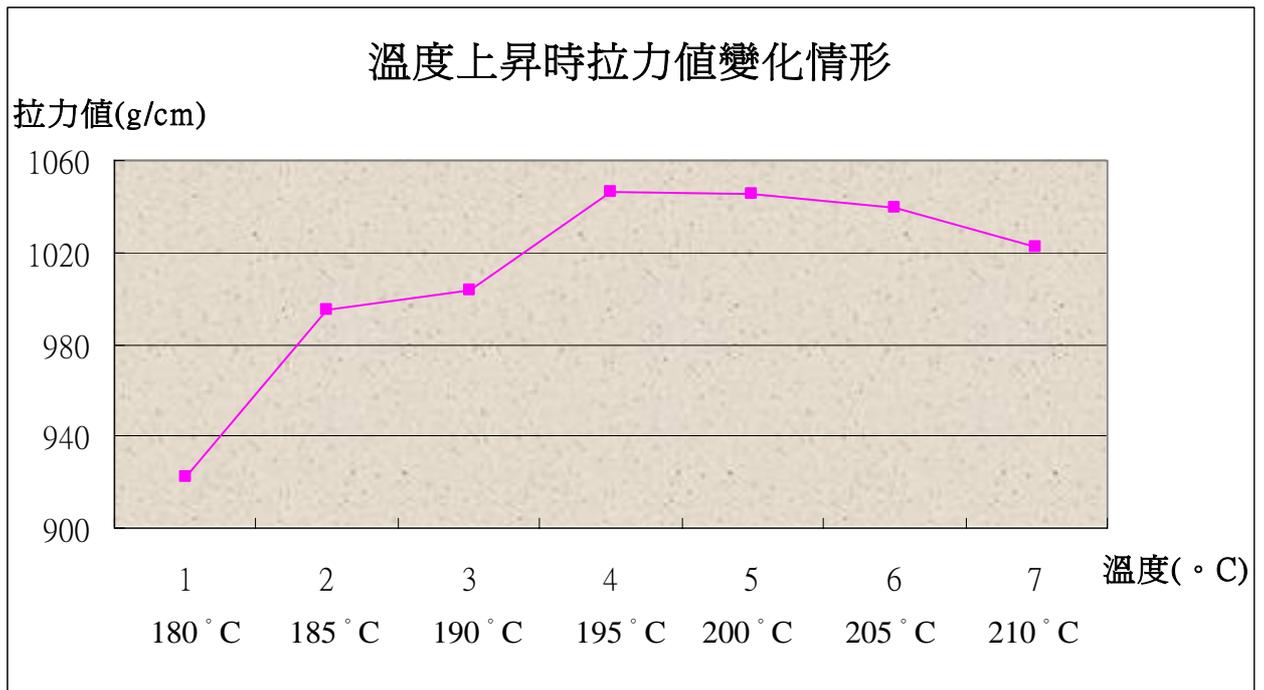
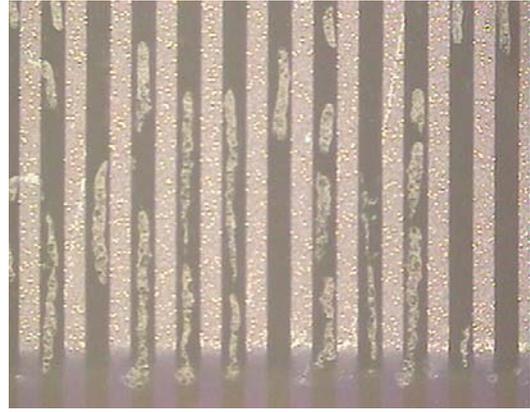
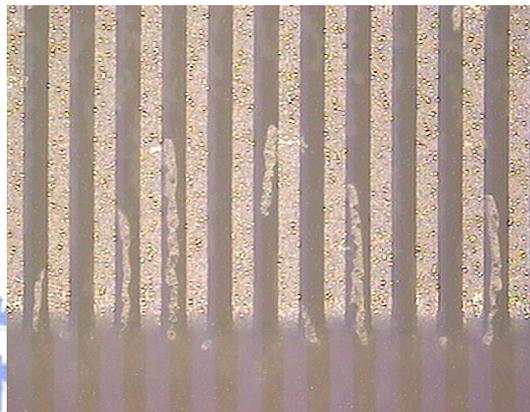


圖 56 溫度上昇時拉力值變化情形

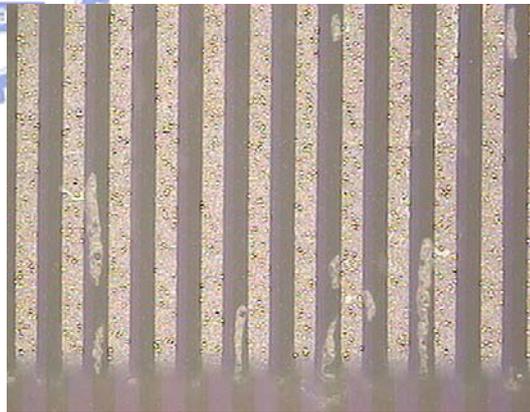
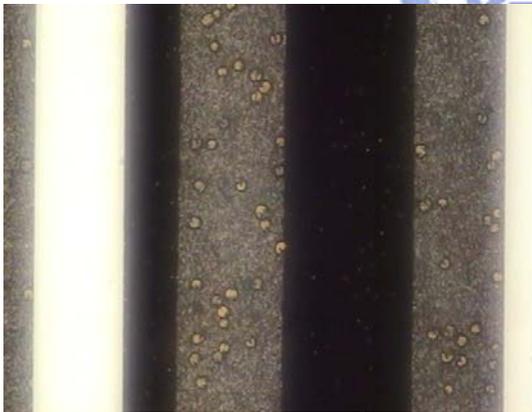
- (5) TAB IC 與面板藉 ACF 黏合時，隨溫度上昇，面板引腳與 TAB 引腳偏移量愈大，且粒子的大小及數量多寡與溫度無關，另外氣泡亦不隨溫度變化而消失，如圖 57。



180°C粒子數/氣泡/對位

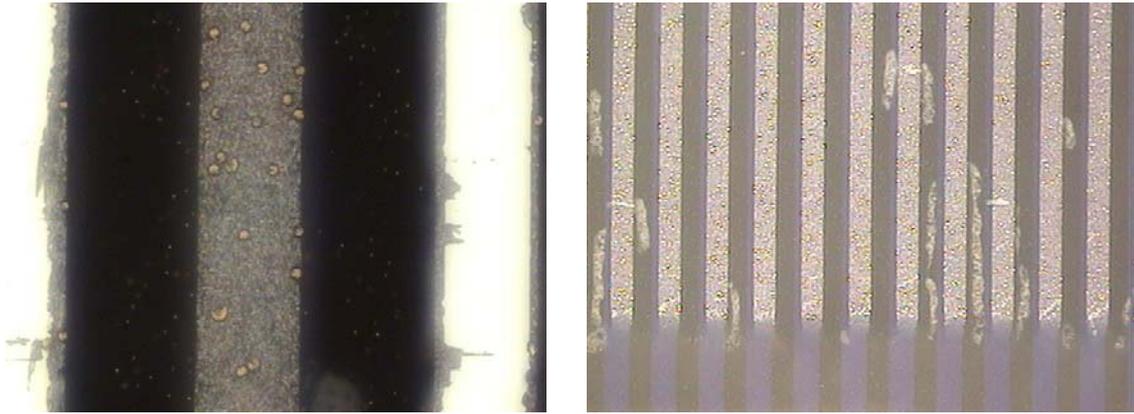


185°C粒子數/氣泡/對位

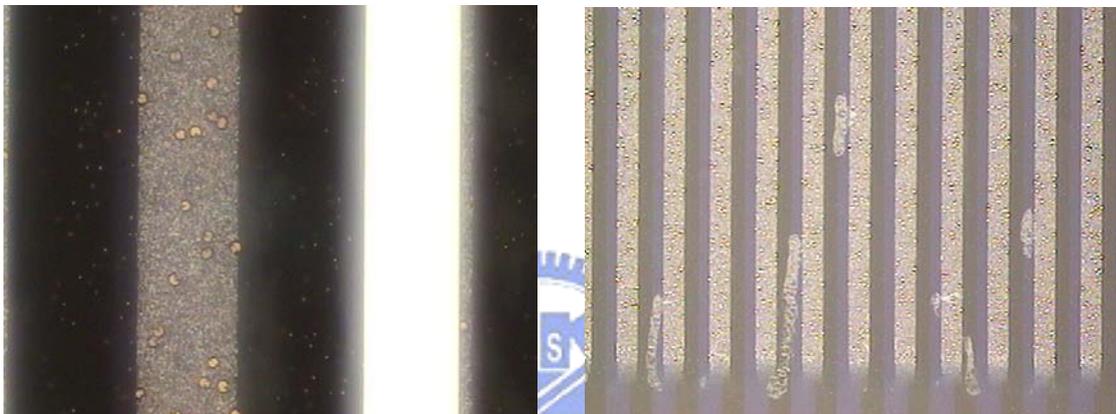


190°C粒子數/氣泡/對位

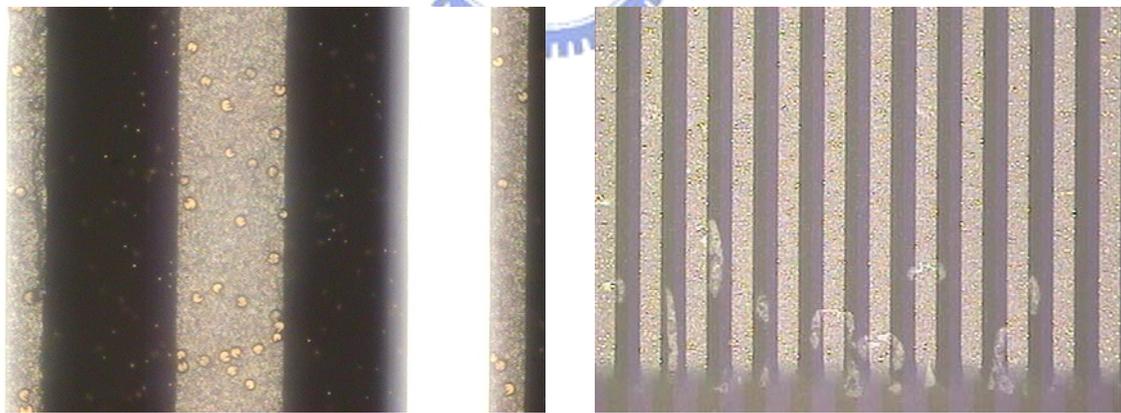
(a) 溫度上昇至 180~190°C時粒子/氣泡/對位變化情形



195°C粒子數/氣泡/對位

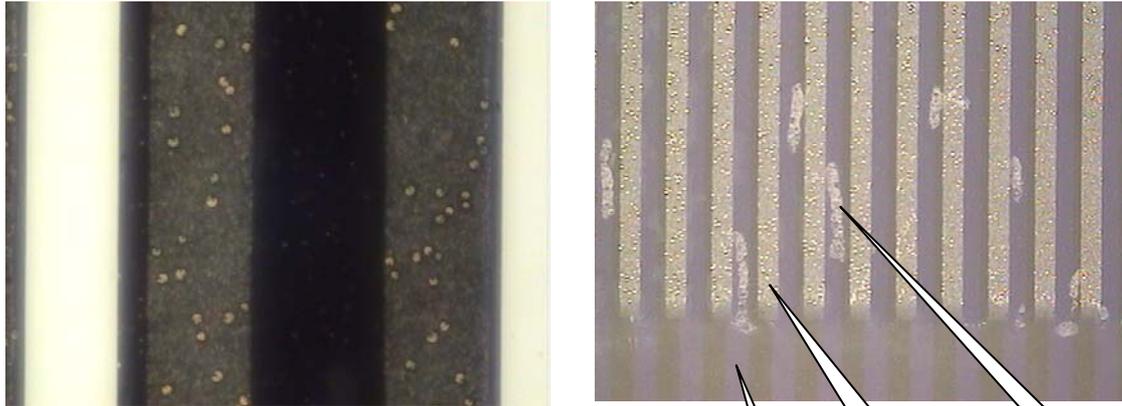


200°C粒子數/氣泡/對位



205°C粒子數/氣泡/對位

(b) 溫度上昇至 195~205°C 時粒子/氣泡/對位變化情形



210°C粒子數/氣泡/對位

氣泡

TAB引腳

面板引腳

(c) 溫度上昇至 210°C時粒子/氣泡/對位變化情形

圖 57 溫度上昇時粒子/氣泡/對位變化情形