

# 高性能之不飽和聚酯 - 奈米鈦酸鋇複合材料研究



中國文化大學化學工程與材料工程學系

常紹鋒、歐陽兆中、雷文字

**摘要：**本計畫旨在研究利用原位聚合法(In-situ)製備不飽和聚酯/奈米鈦酸鋇之有機/無機奈米複合材料，探討此奈米複合材料之製備方法及其材料性質。利用奈米鈦酸鋇之特有性質，如高強度、高剛性、高硬度、耐熱性佳與高介電常數等特性，在混入不飽和聚酯時，可以有效提升不飽和聚酯之介電常數(DAK)與熱性質(HDT、VST、TGA、DSC、TMA)，以製作高介電常數與耐熱性佳之不飽和聚酯/奈米鈦酸鋇之奈米複合材料。

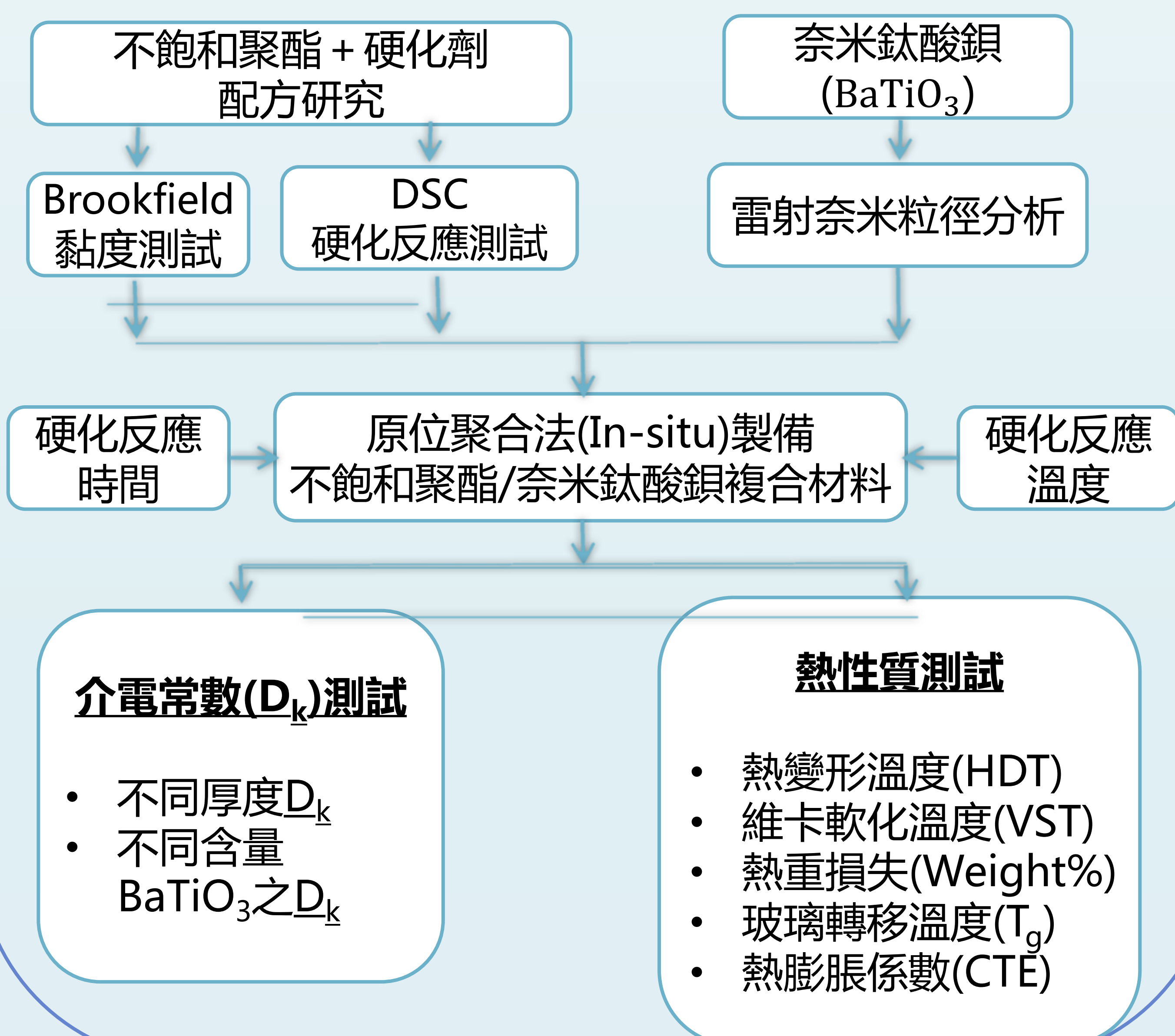
**關鍵字：**不飽和聚脂、奈米鈦酸鋇、奈米複合材料

## 1、實驗

### 1-1、實驗材料

- (1) 熱固性不飽和聚酯(Unsaturated polyester, UP)樹脂
- (2) 奈米鈦酸鋇(Nano Barium Titanate , BaTiO<sub>3</sub>)

### 1-2、實驗流程



### ● 熱性質測試

#### ➤ 熱重損失(Weight%)

表1、UP樹脂添加不同含量BaTiO<sub>3</sub>之T<sub>d30</sub>、T<sub>d50</sub>、830°C殘餘量比較表

UP + Nano BaTiO <sub>3</sub> content	T <sub>d30</sub> (°C)	T <sub>d50</sub> (°C)	830°C 殘餘量 (Weight%)
0phr	420.026	403.354	4.87786
1phr	412.773	395.171	6.28139
3phr	446.01	428.9	7.55392
5phr	419.338	404.841	7.51619

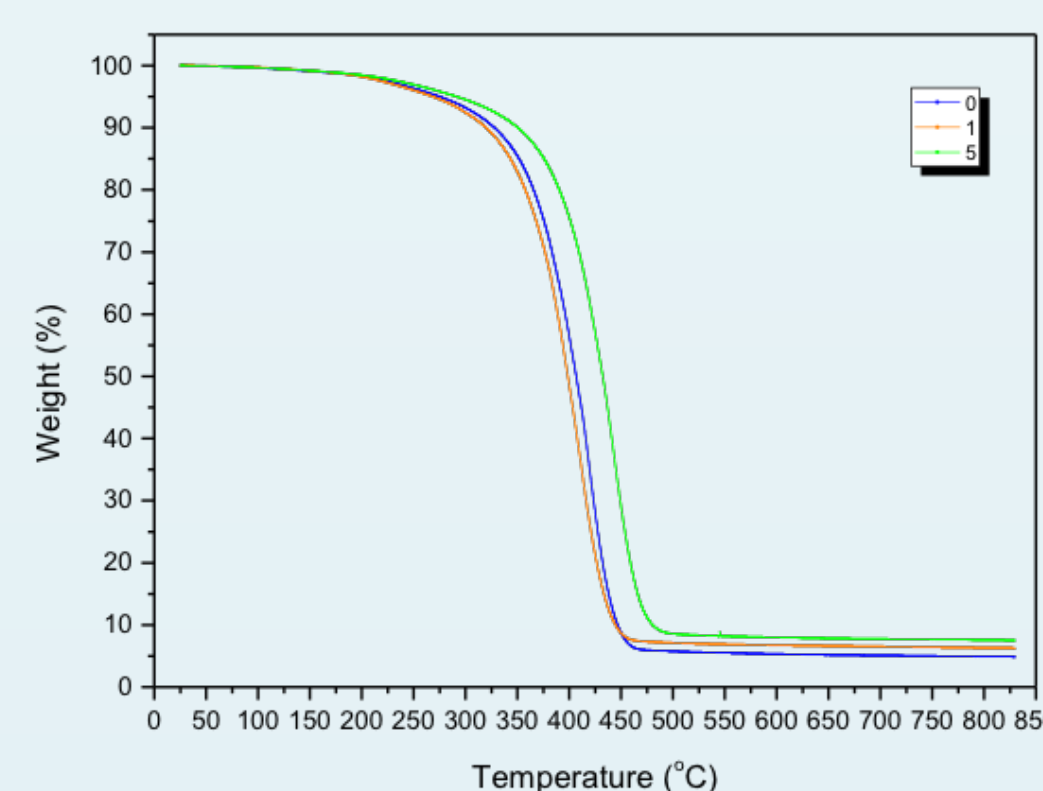


圖4、UP樹脂添加不同含量BaTiO<sub>3</sub>之重量損失(Weight%)比較圖

#### ➤ 玻璃轉移溫度(Tg)

表2、UP樹脂添加不同含量BaTiO<sub>3</sub>之玻璃轉移溫度(Tg)比較表

UP + Nano BaTiO <sub>3</sub> content	Tg(°C)
0phr	56.93
1phr	57.09
3phr	63.62
5phr	65.25

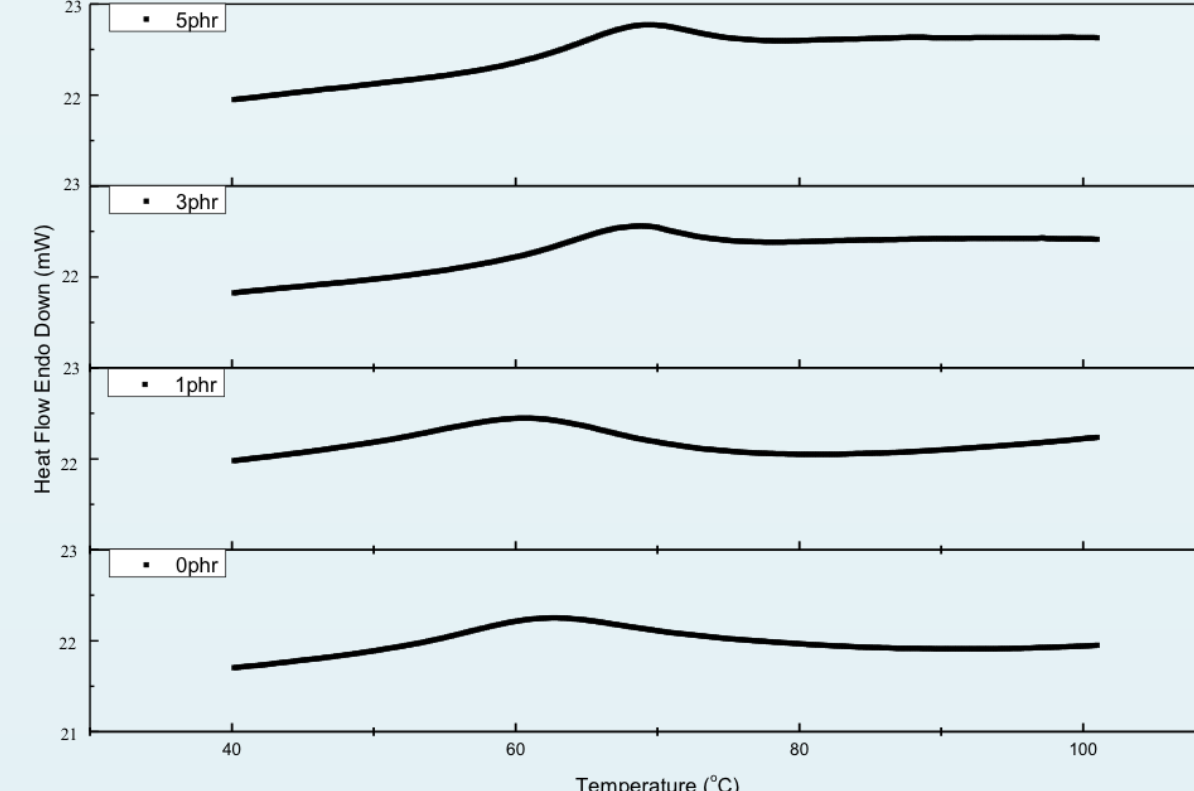


圖5、UP樹脂添加不同含量BaTiO<sub>3</sub>之玻璃轉移溫度(Tg)比較圖

#### ➤ 熱膨脹係數(CTE)

UP + Nano BaTiO <sub>3</sub> content	0phr	1phr	3phr	5phr
CTE (ppm/°C)				
20°C-30°C	44.829446	99.345137	103.082212	103.678163

表3、UP樹脂添加不同含量BaTiO<sub>3</sub>在20°C-30°C區間之熱膨脹係數(CTE)比較表

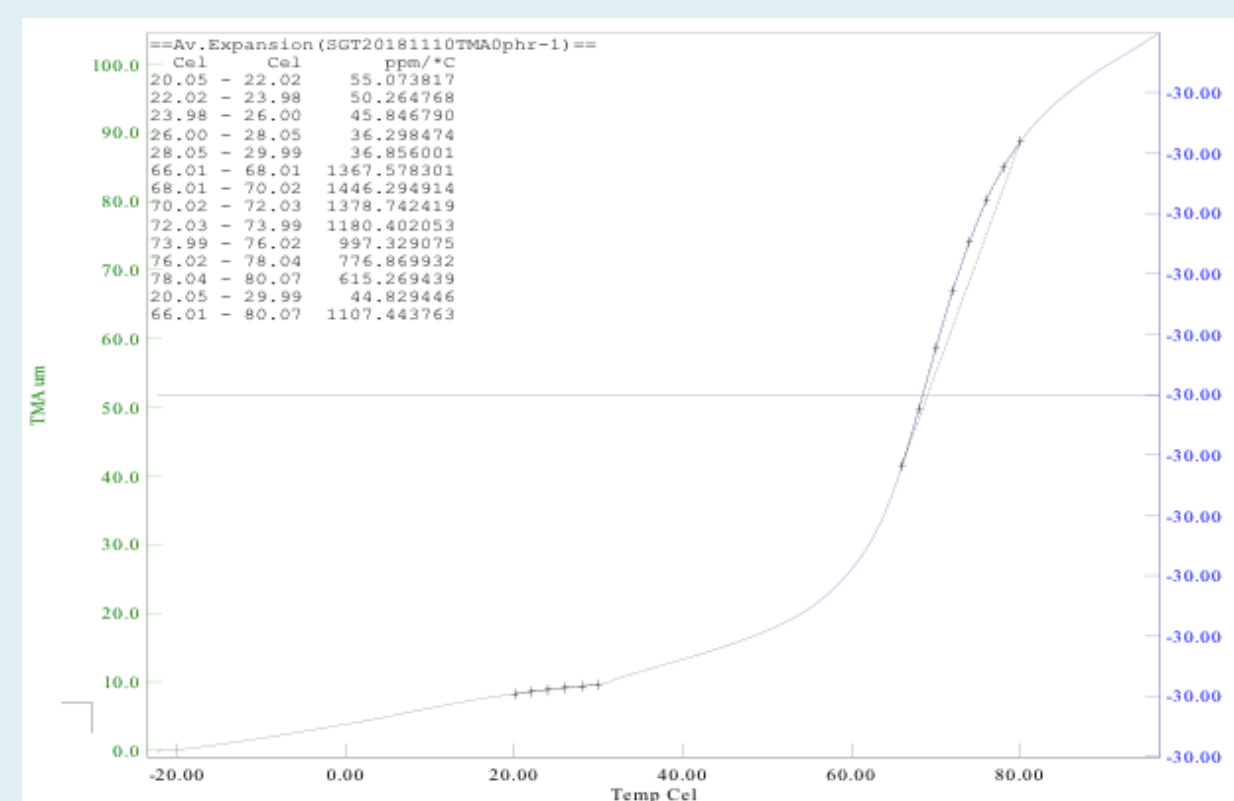


圖6、UP樹脂添加0phr之BaTiO<sub>3</sub>在20°C-30°C、66°C-80°C區間之熱膨脹係數(CTE)數據圖

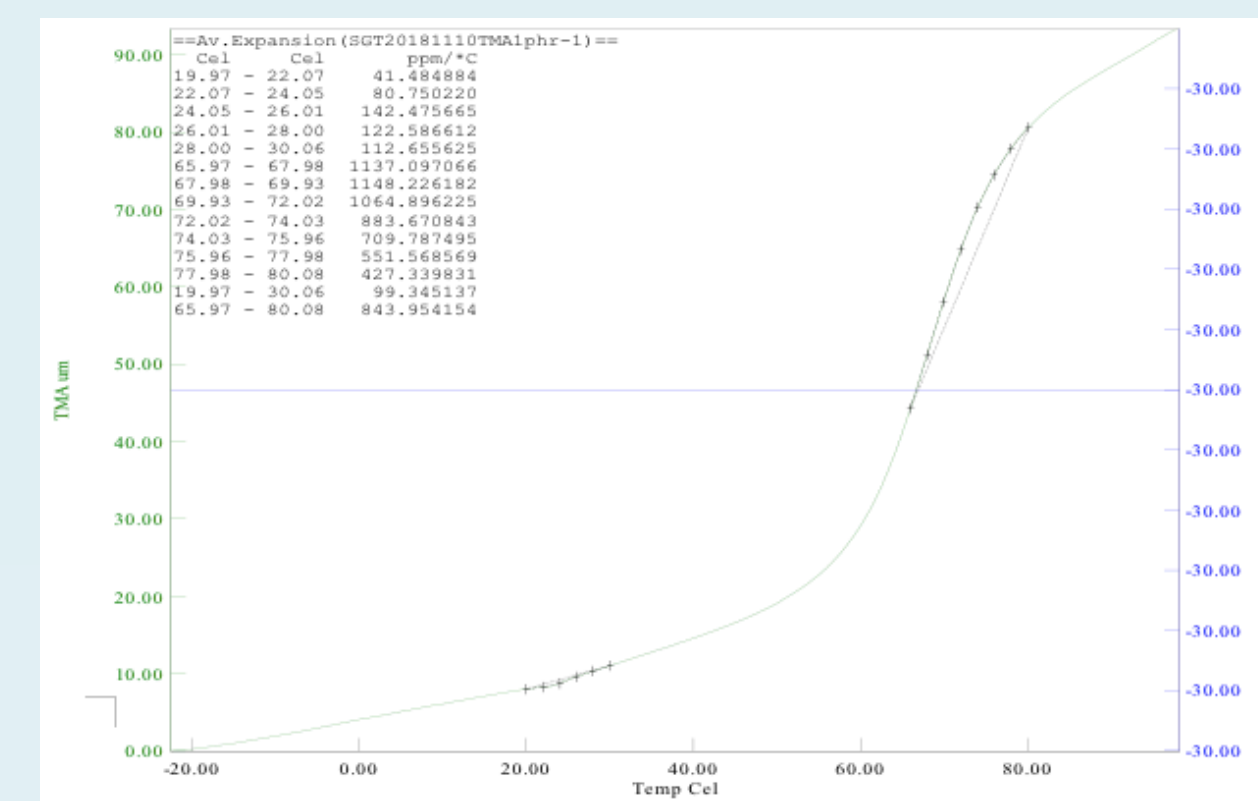


圖7、UP樹脂添加1phr之BaTiO<sub>3</sub>在20°C-30°C、66°C-80°C區間之熱膨脹係數(CTE)數據圖

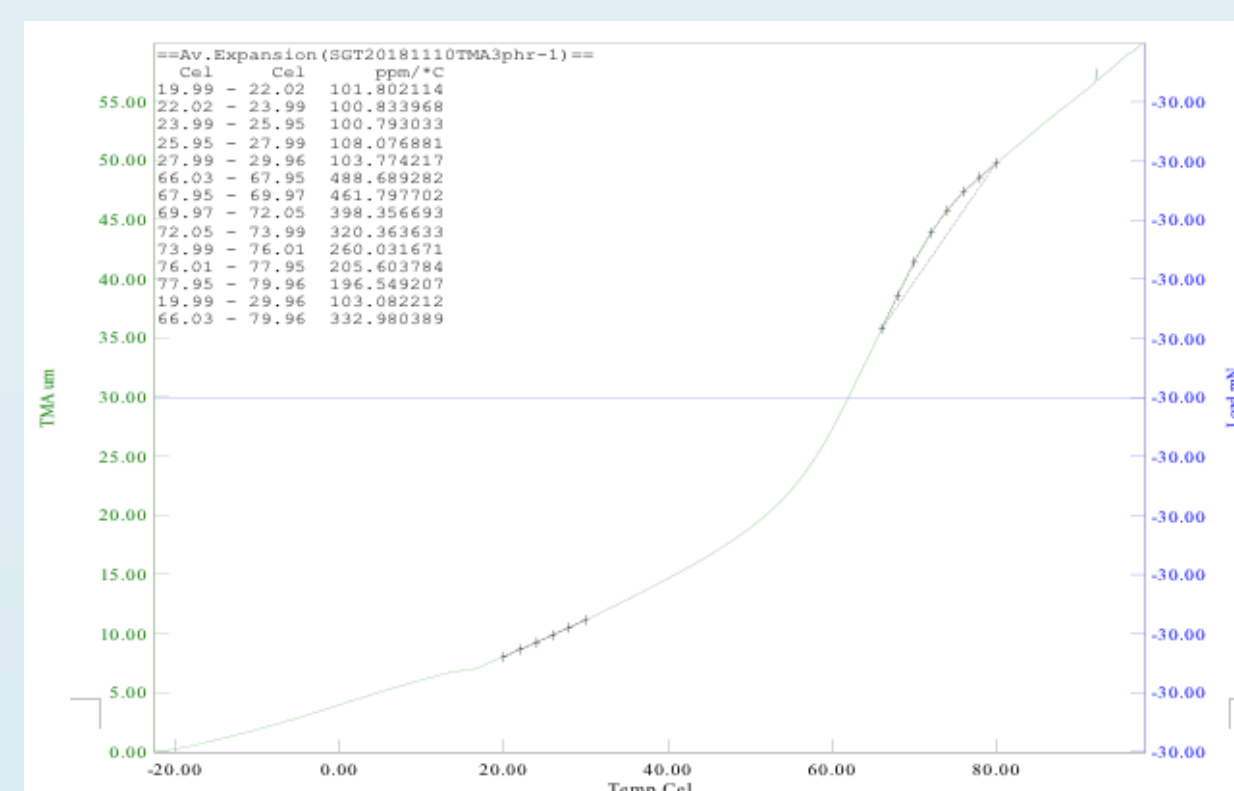


圖8、UP樹脂添加3phr之BaTiO<sub>3</sub>在20°C-30°C、66°C-80°C區間之熱膨脹係數(CTE)數據圖

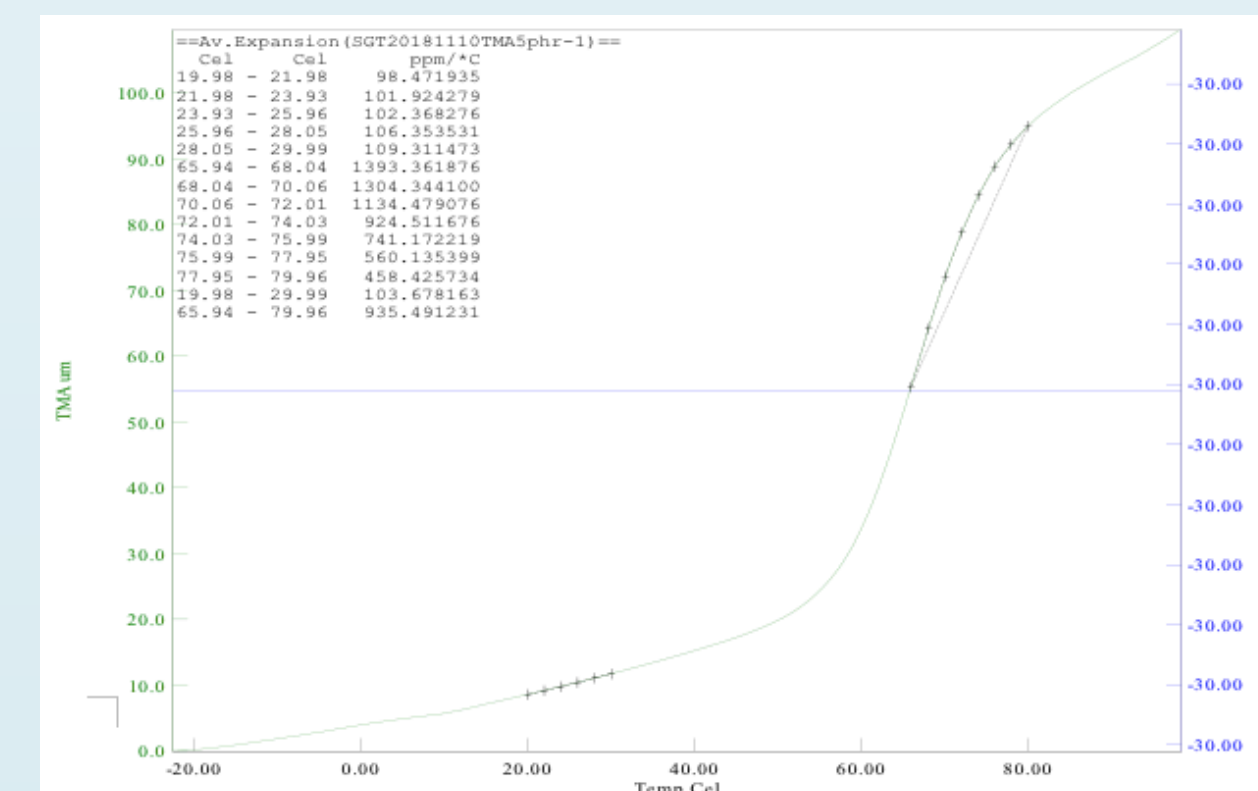


圖9、UP樹脂添加5phr之BaTiO<sub>3</sub>在20°C-30°C、66°C-80°C區間之熱膨脹係數(CTE)數據圖

## 2、實驗結果

### ● 介電常數測試

#### ➤ 不同BaTiO<sub>3</sub>含量之介電常數(D<sub>k</sub>)

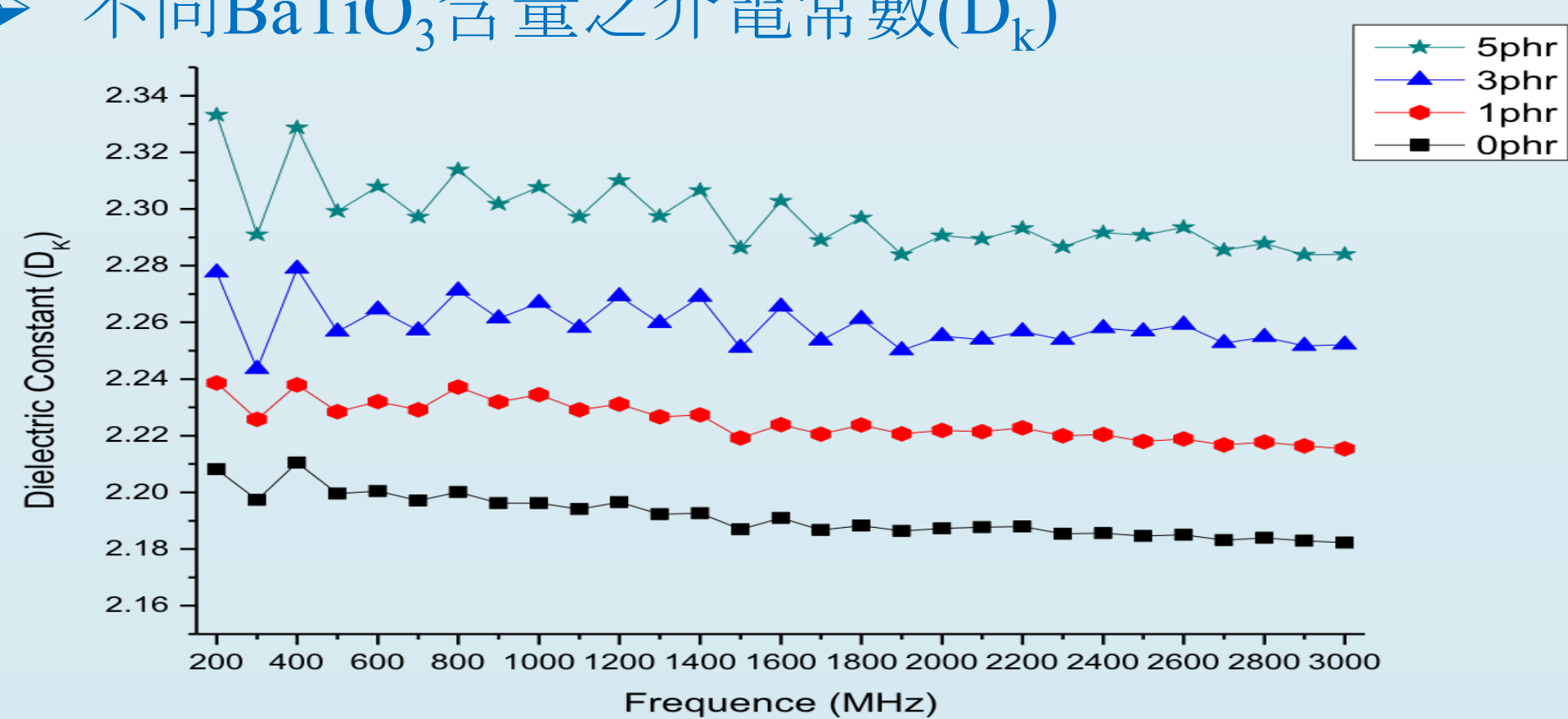


圖1、UP樹脂添加不同含量BaTiO<sub>3</sub>之介電常數(D<sub>k</sub>)比較圖

### ● 熱性質測試

#### ➤ 熱變形溫度(HDT)

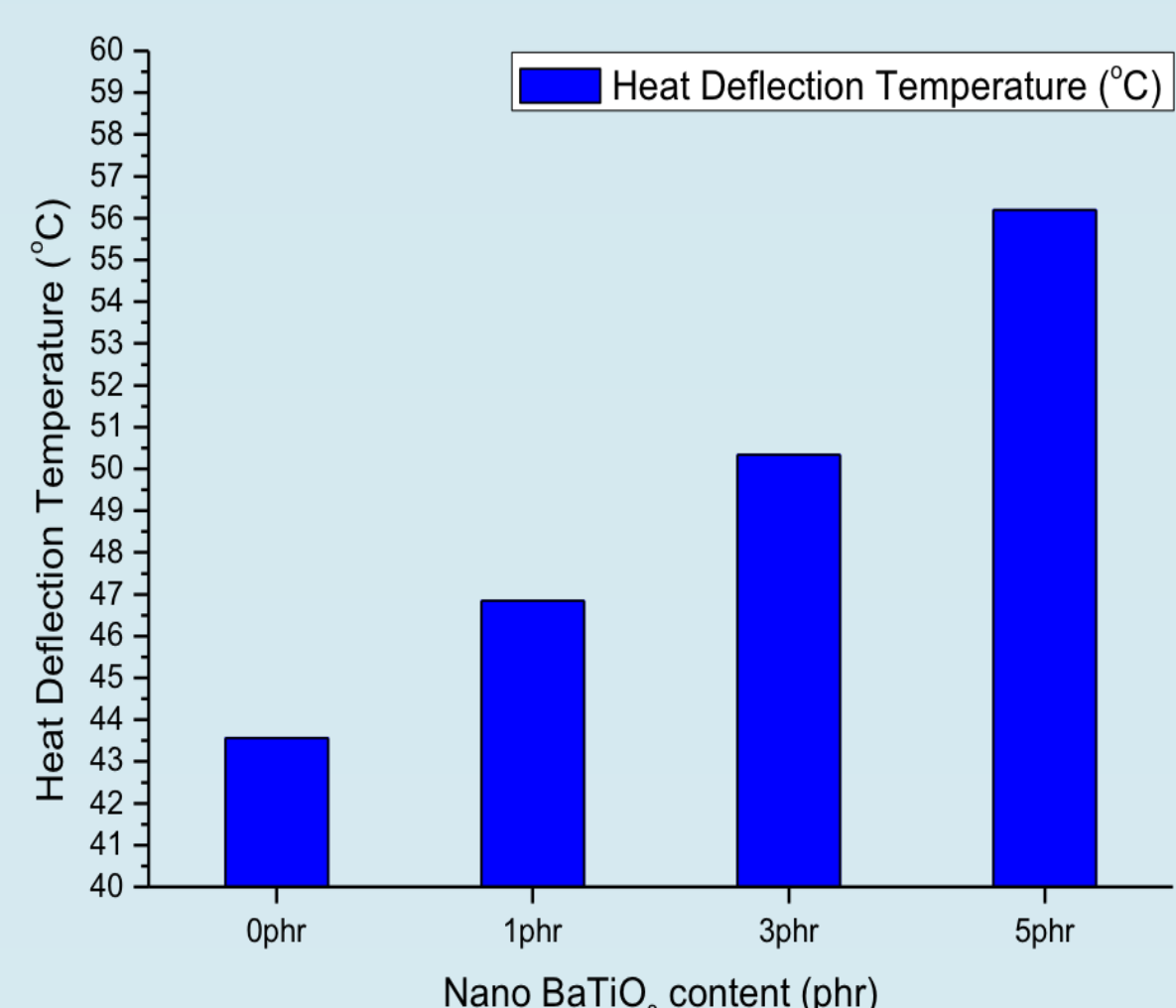


圖2、UP樹脂添加不同含量BaTiO<sub>3</sub>之熱變形溫度(HDT)比較圖

#### ➤ 維卡軟化溫度(VST)

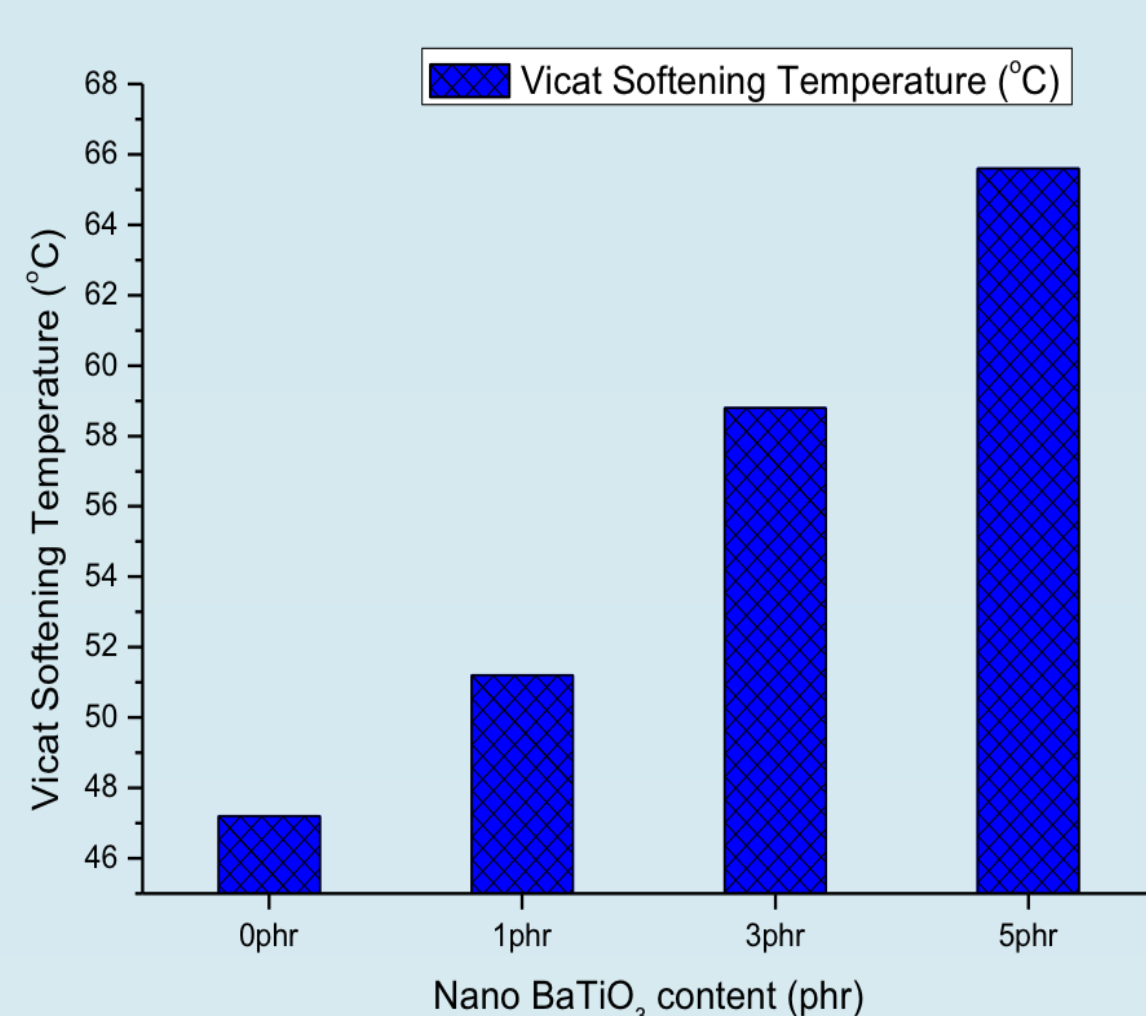


圖3、UP樹脂添加不同含量BaTiO<sub>3</sub>之維卡軟化溫度(VST)比較圖

## 3、結論

### 加工變數之結果

本實驗以 UP 樹脂、奈米 BaTiO<sub>3</sub>、MEKPO，經烘乾、混合、攪拌、抽氣、原位聚合法之簡單控制程序，最終製成奈米複合材料成品，在環境溫度 22 °C ~ 25 °C，僅需約 12 hrs ~ 20 hrs，即可漸漸硬化完全，符合低成本、容易上手、快速省時之效益。

### 不同含量BaTiO<sub>3</sub>之介電性質、熱性質結果

根據以上之實驗測定結果，可得知隨著奈米 BaTiO<sub>3</sub>粉末比例之增加，在一定範圍內可有效提升 UP 樹脂之熱性質與介電性質，更可作為符合工業需求之高介電常數之電容器等被動元件或其他複合材料之應用。