

## 第六章 結論

$\text{Zn}_2\text{GeO}_4$  為自身活化的發藍光之螢光體，其光致發光光譜有明顯的不同，推測可能是因為不同製程條件，造成氧缺陷的數目不同所致；當摻雜  $\text{Mn}^{2+}$  後，為一發綠光之螢光體。隨著  $\text{Mn}^{2+}$  摻雜濃度的增加，結果顯示：

- 一、  $\text{Zn}_2\text{GeO}_4:\text{xMn}^{2+}$  之發射與激發吸收峰波長呈現紅位移，而當  $\text{Mn}^{2+}$  摻雜濃度達 1% 時，其放射強度達最大值。
- 二、 CIE 色度座標值呈現略微向黃光偏移的趨勢。
- 三、 當  $\text{Mn}^{2+}$  摻雜的濃度由 1 % 增至 6% 時，其  $\tau_{10\%}$  的衰減期由 14 ms 減短至 1.7 ms。

$\text{Zn}_2\text{GeO}_4:\text{x Mn}^{2+}$  系列樣品晶粒形貌隨燒結溫度呈明顯變化，於 1000 合成時，晶粒形貌接近球狀且顆粒大小不均；於 1100 合成時，晶粒形貌由球狀趨向扁平，顆粒大小較均勻；而於 1300 合成時，晶粒接近扁平且顆粒呈均勻六方體。

本研究亦利用固態法於 1000~1300 成功合成  $\text{Zn}_2(\text{Ge}_{1-\text{x}}\text{Si}_{\text{x}})\text{O}_4$  系列的固溶液，由 XRD 圖譜之分析顯示，其晶格常數隨著 Si 取代量的增加成線性的變化，形成一完全理想之固溶液。當利用離子半徑較小的 Si 取代離子半徑較大的 Ge，其光致發光放射峰值及激發光譜峰值均呈藍位移；但隨著 Si 取代量的增加，其衰減期並沒有很大的差異性。而其 CIE 色度由綠偏黃漸偏至綠藍光。此外， $\text{Zn}_2(\text{Ge}_{1-\text{x}}\text{Si}_{\text{x}})\text{O}_4:\text{xMn}^{2+}$  晶粒形貌並不隨著 Si 的取代量增加而發生明顯變化，但晶粒粒徑尺寸隨著 Si 取

代量的增加而變小。

本論文也利用高壓熱溶劑法在高於 180 °C 合成  $\text{ZnGa}_2\text{O}_4:\text{xMn}^{2+}$  奈米螢光體。本研究分別使用乙二胺及甲醇/乙二胺兩混合液，順利地將  $\text{Mn}^{2+}$  摻雜至奈米  $\text{ZnGa}_2\text{O}_4$  中，其晶貌為片狀，粒徑尺寸約為 10 nm，此結果與溶劑為甲醇時所合成具平板狀晶粒  $\text{ZnGa}_2\text{O}_4$  形貌不同。隨乙二胺的比例降低，可得到粒徑較小且發光亮度較高之  $\text{ZnGa}_2\text{O}_4:\text{xMn}^{2+}$  奈米螢光體。乙二胺同時扮演溶劑與鉗合劑角色。此外，尿素於高溫下會分解為  $\text{NH}_3$  與  $\text{CO}_2$ ，而  $\text{NH}_3$  溶於水形成  $\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})}$ ，且與溶於水溶液中的  $\text{Zn}^{2+}$  錯合生成  $\text{Zn}(\text{NH}_3)_n^{2+}$ ；此外，溶於水中的  $\text{Ga}^{3+}$  於鹼性環境下則會形成  $\text{Ga}(\text{OH})_4^-$ ，再經由勻相成核機制長出  $\text{ZnGa}_2\text{O}_4$  之奈米晶體，而氨水於此高溫高壓環境下無法取代尿素的功能。未來研究重點可藉本論文所建立的基礎，摻雜不同活化劑合成發不同顏色光之螢光體，或利用本研究之合成方法製備其他奈米螢光體以探討尺寸縮小所造成之量子侷限效應。