

一、 災害發生經過及現場概況：

1. 災害概況：實驗之 PTFE 容器爆裂，其衝擊力使劉生手臂撞擊身後實驗室玻璃，玻璃破碎而使雙手受到割傷。

災害過程描述：劉生一人於當日上午在 92C87-MOCVD 實驗室以超音波熱裂解沉積法，進行氧化鋅之化學氣相沉積 (Chemical Vapor Deposition, CVD) 實驗 (如圖 1)，當時以 PTFE 盒 (圖 1，白色盒) 內裝有甲醇 (約 30~50cc) 與氧化鋅前驅物 (醋酸鋅 0.1M) 混合溶液，經超音波震盪器霧化產生蒸氣，蒸氣再經由氮氣由導管輸送至加熱器 (400~500°C) 上之基板 (表面溫度 200~250°C)，使其產生化學氣相沉積氧化鋅薄膜。由於使用氮氣輸送甲醇蒸氣，可能因先啟動超音波震盪器再灌入氮氣，而使甲醇濃度進入爆炸範圍且存在有氧氣，再遇有其他能量 (如震盪器電線破皮或震盪箱薄膜密閉不良而遇到超音波震盪器)，使實驗器材 (PTFE 盒) 內之可燃性氣體氣爆而爆裂，劉同學雙臂因實驗用容器之爆裂受到傷害，且衝擊力使劉生手臂撞擊身後實驗室玻璃，而致玻璃破碎亦使手部受到割傷。

2. 現場訪查概況：現場已經清理完畢，但依照片顯示 (如圖 2,3) 並未發大型火災，應僅為氣體爆炸。雖有電線燒焦的痕跡 (如圖 2)，但也可能係爆炸後桌面無塵紙起火造成，難以斷定其為火源。本案無法判斷引爆的能量來源，但必然因為甲醇蒸氣造成爆炸，而其唯一可能性即為 PTFE 盒內之氮氣濃度不足而有空氣進入，而甲醇濃度在爆炸範圍 (4%-19.9%) 內，且有足夠氧氣，因而造成爆炸。現場確認僅有氮氣鋼瓶，也無其他氣體鋼瓶，因而最大可能性即為未先灌入氮氣即啟動超音震盪器，造成甲醇蒸氣在有空氣的環境下，遇不明能量造成氣爆。

3. 其他相關資訊：傷者非 ○○ 大學學生，無法確認受教育訓練的結果，且未配戴安全眼鏡；設有實驗之標準作業程序但未明訂啟

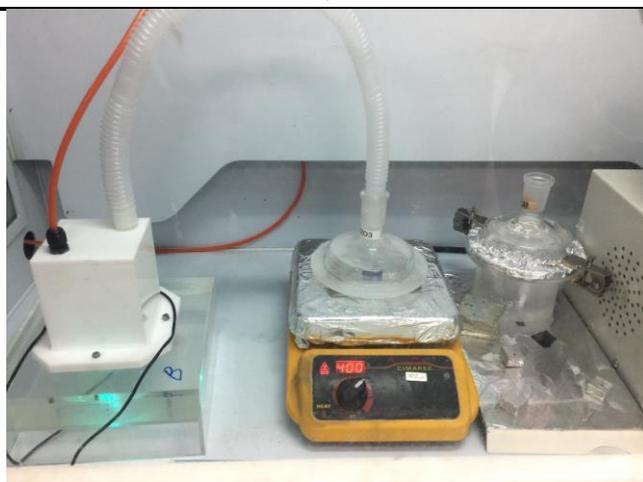
動氮氣與超音波震盪器的順序。

二、災害原因分析：

1. 直接原因：因氣相沉積實驗操作之 PTFE 盒爆裂，且手撞擊後方玻璃，造成雙手前臂內側因而被割傷。
2. 間接原因：不安全狀況：使用甲醇外洩致使盒內蒸氣達到爆炸範圍，而與現場使用的電器設備均非防爆電器。
不安全行為：使用甲醇進行實驗未先導入氮氣，及使用震盪器使其蒸氣化。
3. 基本原因：未確實建立標準作業程序，且使操作設備同仁熟習操作方法。

三、防災對策及建議事項：

1. 本實驗程序應強化標準作業程序，要求啟動超音波震盪器前，需先導入氮氣；如不影響實驗效果或方式，亦可考慮先灌入氮氣後再加入甲醇混合液。(職業安全衛生設施規則 184-1 條)
2. 本次實驗意外雖幸運未傷及眼部，但凡進行化學實驗有可能噴濺或燃燒時均應配戴安全眼鏡。(職業安全衛生設施規則 287 條)
3. 外校學生進入實驗室操作，仍應要求或確認是否已接受必要之安全衛生訓練方得進入。(準用職業安全衛生法第 32 條)
4. 本實驗反應完後之氣體仍含有高濃度甲醇蒸氣，排放至環境中，由於接觸大氣而使氮氣濃度下降，仍須確認其可燃性。(職業安全衛生設施規則 184-1 條)
5. 全面清查其他實驗室是否有利用超音波震盪器產生甲醇(或任何可燃性液體)蒸氣之類似實驗，需評估其風險，務必先通入惰性氣體始得進行實驗。(職業安全衛生設施規則第 184-1 條)



圖形簡述：

事後重建的實驗狀態

1. 左側白色容器為注入甲醇溶液用超音波震盪器產蒸氣的容器，其下方則為超音波震盪器。
2. 左側細管為氮氣注入管，右側粗管則以氮氣輸送甲醇至反應器。
3. 反應器與熱表面反應後即排入空氣。

照片 1



圖形簡述：

發生爆炸後現場照片，照片中紅圈處即為爆裂殘骸。

照片 2



圖形簡述：

發生爆炸後現場照片，照片中紅圈處即為玻璃破裂處。

照片 3



圖形簡述：照片 4 為發生爆炸容器的側視及底視

照片 4 為發生爆炸容器的側視及底視