



光電廢棄物粉末 資源化製造技術

Recycling Technologies
of the Photonic Industrial Waste Powder

林亮毅

國立交通大學
環境工程研究所

白曠綾

國立交通大學
環境工程研究所
教授

關鍵詞(Keyword)

- 二氧化碳捕獲 CO₂ capture
- 中孔洞二氧化矽 mesoporous silica materials
- 光電廢棄物回收 photonic industrial waste powder

摘要(Abstract)

中孔洞二氧化矽因其有高比表面積、高孔徑大小、高抗熱性與反覆再生能力，目前逐漸取代沸石與活性碳應用至二氧化碳控制。不過該類型材料價格昂貴且其製造過程亦較費時費能，產物取得較沸石與活性碳困難，故此，目前應用於二氧化碳控制之研究不若傳統沸石與活性碳廣泛。

為節省傳統奈米材料合成時所需高額化學材

料成本，本研究利用 TFT-LCD 光電面板廠所產生之二氧化矽粉末廢棄物做為奈米孔徑材料合成之前驅物。由光電廢棄物萃取之無機矽源上澄液經由水熱法，製造類似於中孔洞 SBA-15 之材料，此類中孔洞材料由於合成時所使用之三嵌式界面活性劑 P123 為中性，相對於合成 M41S 所使用之陽離子型界面活性劑(CTAB)不僅在價格上較便宜外，在環境汙染程度上也相對較低。研究結果發現以 SiO₂: 0.02P123: 263H₂O: 16.2NaOH: 2.22 H₂SO₄ 可合成得到較佳之中孔洞材料 WP-Nano-0.02，其比表面積為 661 cm²/g、孔洞大小為 9.1 nm 及孔洞體積為 1.5 cm³/g，而由氮氣吸脫附曲線及 TEM 之鑑定，更確認其為中孔洞吸附材；而於二氧化碳測試後，其在特定條件下之 CO₂ 吸附量為 80 mg/g，較利用化學品所得到之 SBA-15 及 MCM-41 之吸附量還高。在價錢成本估算



部分中，使用廢棄粉末合成之 WP-Nano-0.02 相較於使用化學品合成 SBA-15-0.02 可節省約 40 % 的價錢，更僅為使用化學品合成 MCM-41 之四分之一的價錢。如此本研究所得之奈米材料即可大量製造，並應用於捕獲 CO₂ 溫室氣體上。綜合成本考量和後端二氧化碳應用，使用此材料在未來二氧化碳捕捉的應用上具有前瞻性。

Mesoporous silica materials with high surface area, large pore size and large pore volume are considered as good candidates for CO₂ capture. However, the requirements of tedious processing time and expensive manufacture costs strongly limited their applications. In this study, the extraction of sodium silicate from photonic industrial waste powder was firstly carried out via room-temperature alkali method. The obtained silicate supernatant was further utilized to replace the commercial chemicals as the silica source via either hydrothermal method or aerosol-assisted approach to synthesize mesoporous silicas. Nonionic surfactant of P123 was employed as structure-directing agents since they are more environmental friendly and cheaper than that of cationic surfactant, CTAB.

The results showed that mesoporous silicas, WP-Nano a can be successfully synthesized using photonic industrial waste powder as the silica source. It was confirmed that WP-Nano-0.02 with surface area of 661 cm²/g, pore size of 9.1 nm and pore volume of 1.5 cm³/g exhibited CO₂ adsorption capacity of 80 mg/g adsorbent, which is higher than

that of SBA-15 and MCM-41 synthesized from commercial chemicals. In addition, the price of the obtained WP-Nano material is 40% lower than that of SBA-15 and 75 % lower than that of MCM-41. Consequently, the mesoporous silicas with high adsorption capacity and low manufacture costs are expected to be promising adsorbent for CO₂ capture.

1. 前言

隨著全球資源越來越有限，以及氣候變遷等問題日益彰顯，“環境”與“能源”這兩大議題預期將越來越被重視。對我國而言，高科技產業一直以來是我國的重要產業命脈，但是其所衍生出的廢棄物問題一直困擾著高科技產業界。依據經濟部工業局工業廢棄物清除處理與資源化輔導計畫調查，我國光電 TFT-LCD 製造業於 96 年度廢棄物總產生量為 140,280 公噸，而其中單僅一個工廠之 SiO₂ 粉末廢棄物之每年產量就可達 180 公噸以上。此外 SiO₂ 粉末廢棄物不僅在光電產業隨處可見，其也是半導體產業與新興能源產業中常見之廢棄物，由於 SiO₂ 粉末廢棄物質輕難以運送處置，加上日益有限的廢棄處置場址與處置方法，使得此類廢棄物問題更顯嚴重。

而另一項備受矚目之議題為溫室氣體造成之氣候變遷，根據統計，溫室氣體主要包括二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氟氫碳化物、全氟碳化物及六氟化硫，其中又以二氧化碳對溫室效應之整體貢獻最大[1]。儘管隨著京都議定書正式生效，二氧化碳捕獲及封存技術 2005 年被聯合國之

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】350期・101年5月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw