

使用連續式高溫反應器 PHOENIX 找尋最佳高壓氣相二氧化碳催化劑



介紹

由於富含碳的化石燃料仍然是主要能源，排放到大氣中的二氧化碳每年仍在增加，這是全球暖化的主要原因。

使用永續氫源對二氧化碳進行催化加氫不僅可以減少二氧化碳的排放，還可以生產有價值的燃料和化學品。

高壓甲醇合成是一種有據可查的商業工藝，其工業實施早在 20 世紀 90 年代末就開始了。

目前最大的工廠是位於冰島的 GO (György Oláh) 甲醇工廠，每年可轉化 5500 噸二氧化碳 (4000 噸/年甲醇)。在大氣壓力下運作的傳統熱催化反應器是甲烷生產的優秀解決方案，然而，獲得具有良好選擇性的較高分子量產品可能存在問題。

本應用說明評估了 Phoenix Flow Reactor™ 在利用低成本可再生二氧化碳來源生產增值化學品 (甲烷除外) 方面的性能。

儀器

Phoenix Flow Reactor™ 用於以高選擇性將二氧化碳轉化為甲醇。該系統設計用於在高達 450°C 的溫度下進行反應。使用背壓調節器時，壓力範圍可超過 200 bar (圖 1)。

風險評估與危害：Phoenix Flow Reactor 系統必須放置在通風良好的通風櫃中，以避免吸入溶劑蒸氣。禁止在高壓或高溫下打開。必須避免接觸加熱部件。

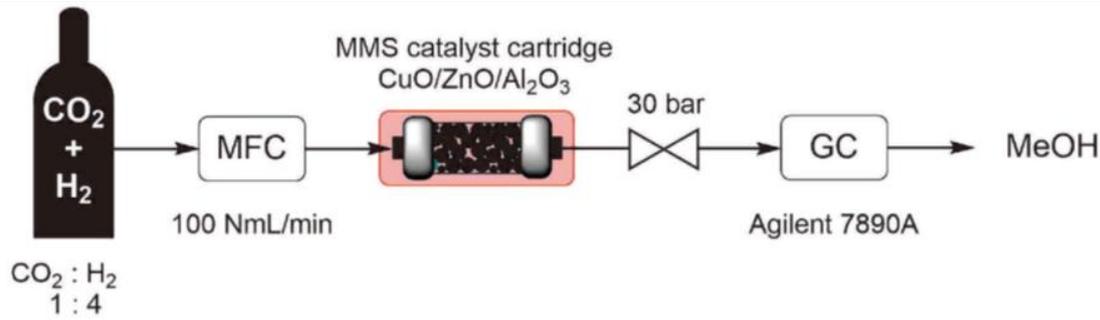


圖 1. 應用系統示意圖：

- 1：氣體模組™ (MFC)
- 2：帶有催化劑柱的 Phoenix Flow Reactor™
- 3：熱交換器
- 4：背壓調節器 (BPR)
- 5：安捷倫 7890A 氣相層析儀

實驗

催化劑和樣品製備：在甲醇合成過程中，主要使用銅和氧化鋅基催化劑 (CuO/ZnO/Al₂O₃、CuO/ZrO₂、CuO/ZnO/CrO₃ 等) 3。

本研究以硝酸鹽和 Na₂CO₃ 溶液(1 mol/L)為沉澱劑，以共沉澱法製備了 CuO/ZnO/Al₂O₃ 三元催化劑。將沉澱物靜置 1 小時，過濾，洗滌 3 次，然後在 80°C 下乾燥過夜。研磨後，將乾燥的羥基碳酸酯前驅物在空氣中於 300°C 下煅燒 3 小時，得到氧化物前驅物 (圖 2a)。

將催化劑粉末在 50kp/cm² 壓力下造粒，平均 1g，然後放入反應器中的石英棉層之間 (圖 2b)。

初步實驗：在進行催化反應之前，進行初步實驗以確定最佳反應氣體流量、催化劑用量、反應器設定、壓力和反應溫度。



圖 2.

- a) 所製備的催化劑
- b) 所應用的催化劑柱的示意圖

催化實驗：催化反應在 Phoenix Flow Reactor™ 系統中進行，在加熱反應區採用 220 毫米長的金屬-金屬密封 (MMS) 管柱 (內徑 9.4 毫米)。入口 CO₂/H₂ 氣體混合物 (1/4 比例) 以 100 mL/min 氣體流速送入系統。

在催化測量之前，催化劑在大氣壓力下進行預處理：在 300°C 下氧化 1 小時，並在 300°C 下用氫氣還原 2 小時。接下來，將反應器加熱至 300°C 並平衡 120 分鐘。

反應期間所施加的背壓調節器保持 30 巴。所有產物均保持在氣相狀態，並透過配備 2 根色譜柱的 Agilent 7890A 氣相層析儀進行線上分析：(連接至氫火焰離子化偵測器(FID) 的 HP-PLOT/Q 毛細管柱和連接至熱分析儀的 Porapak Q+S 色譜管柱)。

不含 CO 的碳產物 (包括 C_nH_m、MeOH) 中的 CO₂ 轉化率和 CO 選擇性、碳氫化合物 (C_nH_m) 和 MeOH 選擇性透過以下公式計算：

$$\text{CO}_2 \text{ conversion} = (\text{CO}_{2\text{in}} - \text{CO}_{2\text{out}}) / \text{CO}_{2\text{in}} \times 100\%$$

$$\text{CO selectivity} = \text{CO}_{\text{out}} / (\text{CO}_{2\text{in}} - \text{CO}_{2\text{out}}) \times 100\%$$

$$\text{C}_n\text{H}_m \text{ selectivity} = N_{\text{C}_n\text{H}_m} / (\text{total carbon atoms of products detected by FID}) \times 100\%$$

$$\text{MeOH selectivity} = N_{\text{MeOH}} / (\text{total carbon atoms of products FID}) \times 100\%$$

CuO/ZnO/Al₂O₃ 表現出高效的催化性能，實現了近 70% 的甲醇選擇性。

未來展望

高壓/高溫 Phoenix Flow Reactor™ 提供了獲得具有不同選擇性的多種產品的機會。

透過設計和測試由高表面積載體 (例如 H-ZSM-5) 組成的前景催化劑，我們的目標是生產高選擇性的長鏈碳氫化合物，並隨後開發合適的經濟有效的方法來實施它們工業過程。

Utek 友德國際



官方line 官方網站 官方FB



台北：02-2799-3339 台南：06-311-3636
台中：04-2222-3998 高雄：07-555-5595



info@utekinco.com.tw



www.utekinco.com.tw