



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I451905 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 11 日

(21) 申請案號：102102902

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 25 日

(51) Int. Cl. : *B01J21/06 (2006.01)* *B01J23/10 (2006.01)*
 B01J23/46 (2006.01) *B01J23/70 (2006.01)*
 B01J37/04 (2006.01) *B01J37/08 (2006.01)*
 C01B3/40 (2006.01)

(71) 申請人：國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)
 新竹市大學路 1001 號

(72) 發明人：李積琛 LEE, CHI SHEN (TW)；翁聖豐 WENG, SHENG FENG (TW)；陳昀聲 CHEN, YUN SHENG (TW)；王允欣 WANG, YUN HSIN (TW)

(74) 代理人：莊志強

(56) 參考文獻：

CN 102513105A

EP 1977823B1

審查人員：洪鈴雅

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：7 共 19 頁

(54) 名稱

乙醇重組器觸媒組成物及乙醇重組器觸媒之製備方法

ETHANOL REFORMING CATALYST COMPOSITION AND PREPARATION METHOD OF
 ETHANOL REFORMING CATALYST

(57) 摘要

一種乙醇重組器觸媒之製備方法，包括以下步驟：首先，將第一金屬前驅物、第二金屬前驅物及第三金屬前驅物在室溫下混合於一有機媒介中，以形成一混合物；接著，將一介面活性劑添加入該混合物中，並於 30°C 至 50°C 下靜置 3 至 7 天，以形成一凝膠態溶液；之後，以 350°C 至 550°C 之第一段溫度進行鍛燒 1 至 5 小時，並以 800°C 至 1000°C 之第二段溫度進行鍛燒 1 至 5 小時，即製成一乙醇重組器觸媒。本發明另提供一種乙醇重組器觸媒組成物。

The instant disclosure relates to a preparation method of ethanol reforming catalyst, comprising the following steps. The first step is mixing a first metal precursor, a second metal precursor, and a third metal precursor with an organic medium to form a mixture. The next step is adding a surfactant to the mixture, and then standing 3 to 7 days to form a colloidal gel. The next step is calcining the colloidal gel between 1 to 5 hours in a first temperature region of 350°C to 550°C, and then calcining the colloidal gel between 1 to 5 hours in a second temperature region of 800°C to 1000°C to form a ethanol reforming catalyst. The instant disclosure further provides an ethanol reforming catalyst composition.

公告本

發明摘要

※ 申請案號：102102902

※ 申請日：102. 1. 25

※ IPC 分類：

B01J 23/06 (2006.01)
 23/10 (2006.01)
 23/46 (2006.01)
 23/47 (2006.01)
 3264 (2006.01)
 3268 (2006.01)
 C01B 3/40 (2006.01)

【發明名稱】

乙醇重組器觸媒組成物及乙醇重組器觸媒之製備方法
 /ETHANOL REFORMING CATALYST COMPOSITION
 AND PREPARATION METHOD OF ETHANOL
 REFORMING CATALYST

【中文】

一種乙醇重組器觸媒之製備方法，包括以下步驟：首先，將第一金屬前驅物、第二金屬前驅物及第三金屬前驅物在室溫下混合於一有機媒介中，以形成一混合物；接著，將一介面活性劑添加入該混合物中，並於 30°C 至 50°C 下靜置 3 至 7 天，以形成一凝膠態溶液；之後，以 350°C 至 550°C 之第一段溫度進行鍛燒 1 至 5 小時，並以 800°C 至 1000°C 之第二段溫度進行鍛燒 1 至 5 小時，即製成一乙醇重組器觸媒。本發明另提供一種乙醇重組器觸媒組成物。

【英文】

The instant disclosure relates to a preparation method of ethanol reforming catalyst, comprising the following steps. The first step is mixing a first metal precursor, a second metal precursor, and a third metal precursor with an organic medium to form a mixture. The next step is adding a surfactant to the mixture, and then standing 3 to 7 days to form a colloidal gel. The next step is calcining the colloidal gel between 1 to 5 hours in a first temperature region of 350 °C to 550 °C, and then calcining the colloidal gel between 1 to 5 hours in a second temperature region of 800 °C to 1000 °C to form a ethanol reforming catalyst. The instant disclosure further provides an ethanol reforming catalyst composition.

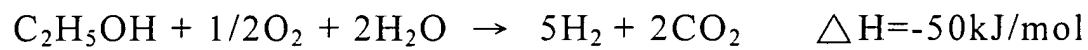
【代表圖】

【本案指定代表圖】：無

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

乙醇重組器觸媒組成物及乙醇重組器觸媒之製備方法
/ETHANOL REFORMING CATALYST COMPOSITION
AND PREPARATION METHOD OF ETHANOL
REFORMING CATALYST

【技術領域】

本發明係有關於一種觸媒組成物，且特別係有關於一種具有高金屬活性之乙醇重組器觸媒組成物及乙醇重組器觸媒之製備方法。

【先前技術】

按，世界上百分之八十的能源需求是依賴化石燃料(石油、煤炭及天然氣等)，目前持續消耗的情況將導致化石燃料枯竭，同時引發嚴重的環境污染，因此使用無污染、可再生的非化石能源替代化石燃料已經是必然之趨勢，而新能源的選擇與使用必須符合潔淨、高效率、極低污染且可再生等條件。

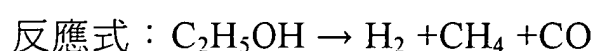
氫能源(Hydrogen energy)是一種乾淨、非耗歇性且具高電能轉換效率的替代能源，故氫能源之普及將能夠大幅改善現今能源短缺的問題。舉例來說，氫氣燃料電池是一種體積小、效率高且污染低(主要排放物是水)的裝置，其可通過補充燃料(氫氣及氧氣)而實現連續運轉。近年來，氫氣燃料電池技術的精進帶動了對氫氣的需求量，主要是具備潔淨特點的氫氣應用在燃料電池上可獲得到高達 45~60%的化學能轉換電能效率，比起一般內燃機的熱機效率(僅 15%)高出許多。

針對氫氣需求量的增加，各國科學家開始選擇適當的氫氣源來當作再生性的燃料，而目前所使用的主要有甲醇、乙醇、天然氣、輕油等碳氫化合物做為替代性的氫氣來源，其中又以乙醇的燃料品質較

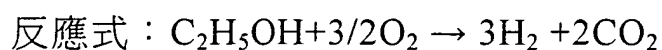
高、價格便宜、取得方便、儲存容易、運輸方便，且在低的反應溫度 200~400°C 下即可反應生成氫氣。與傳統的汽油燃料做比較，所生成的二氧化碳(CO₂)大約減少了 50%，並且不會有 NO_x、SO_x、碳氫化合物等空氣污染源產生。

目前經由乙醇製氫的反應途徑，主要包括下列四種：

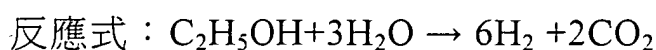
I. 直接分解(Ethanol Decomposition ; ED)



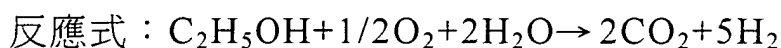
II. 乙醇部分氧化(Partial Oxidation of Ethanol ; POE)



III. 乙醇蒸汽重組(Steam Reforming of Ethanol ; SRE)



IV. 乙醇氧化蒸汽重組(Oxidative Steam Reforming of Ethanol ; OSRE)



在上述的各反應，尤其以途徑 II、III 及 IV 為學術界研究之重點，其中，乙醇蒸氣重組反應是一種利用乙醇水溶液經高溫及催化反應而生成氫氣的方法，根據上述反應式，每一莫耳的乙醇可生成最多五莫耳的氫氣，因此最高的氫氣選擇率可達 167%；先前技術中，已知可利用銻、鈺、鉑、鈮、銻及鎳等金屬當作觸媒來進行氫氣催化反應，並發現氧化鈾和氧化鋯可當作上述金屬觸媒之助觸媒。

Schmidt 團體於 2004 年便根據上述反應式發表一篇具有高氫氣選擇率實驗結果的文獻(G.A. Deluga, J.R. Salge, L.D. Schmidt, X.E. Verykios, Science, 2004, 303, 993-997.)；該篇文獻中提及，利用”銻－氧化鈾”當作催化劑，乙醇與水的混合溶液在汽化後可以得到近 100% 的轉換並且擁有 116% 的氫氣選擇率，若佐以第二段催化劑”鉑－氧化鈾”，可以進一步將選擇率再提升至 130%。

除了氧化鈾以外能應用在自致熱乙醇轉氫的材料目前仍相當有

限，其中 Andrew T. Hsu 的研究團隊於 2009 年研發了具有尖晶石結構的材料 $\text{NiAl}_2\text{O}_4\text{-FeAl}_2\text{O}_4$ (參文獻 L. H. Huang, J. Xie, W. Chu, R. R. Chen, D. Chu, A. T. Hsu, Catal. Commun., 2009, 10, 502-508.)，在 700°C 下可以得到高達 130% 的氫氣選擇率。雖然 $\text{NiAl}_2\text{O}_4\text{-FeAl}_2\text{O}_4$ 觸媒可以表現出相當優異的活性，但適用的溫度範圍已經過高，就經濟效益方面並不是長遠下地解決之道。

另外，國際公開第 02/078840 號小冊揭示一種改質觸媒，是以含有氧化錳之載體承載銻、鈦、鉑、鈮、鈷及鎳金屬中選出的至少一種所構成。日本特開 2003-265963 號公報揭示一種對含有氧化錳之載體，且載體上承載有銻、鈦、鉑、鈮、鈷及鎳金屬中選出的至少一種之觸媒，先使用至少一種含氯化合物調製後，再以鹼性水溶液進行分解處理，接著進行水洗處理以去除氯原子之改質觸媒。

然而，上述之改質觸媒雖具有高活性，在強度和耐久度方面仍略有不足，且製造成本過高而不適合於商業應用；此外，使用傳統涵浸法製備的觸媒應用於乙醇蒸氣重組反應時容易生成積炭，導致觸媒之使用壽命降低。緣是，本發明人有感上述缺失之可改善，乃特潛心研究並配合學理之運用，終於提出一種設計合理且有效改善上述缺失之發明作。

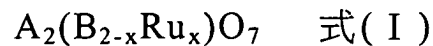
【發明內容】

本發明「乙醇重組器觸媒之製備方法」之主要目的，在於透過固溶體的方式來解決因金屬離子聚集而導致活性衰退，以及碳與碳之間的鍵結斷裂而形成積炭等技術問題。

根據本發明之一具體實施例，所述乙醇重組器觸媒之製備方法包括以下步驟：首先，將第一金屬前驅物、第二金屬前驅物及第三金屬前驅物在室溫下混合於一有機媒介中，以形成一混合物；接著，將一介面活性劑添加入該混合物中，並於 30°C 至 50°C 下靜置 3 至 7 天，以形成一凝膠態溶液；之後，以 350°C 至 550°C 之第一段溫度進行鍛燒 1

至 5 小時，並以 800°C 至 1000°C 之第二段溫度進行鍛燒 1 至 5 小時，即製成一乙醇重組器觸媒。

根據上述之製備方法，本發明提供一種乙醇重組器觸媒組成物，包括一觸媒載體及一形成於該觸媒載體之表面的金屬固溶體，其特徵在於，所述乙醇重組器觸媒組成物係如以下化學式(I)所示：

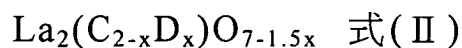


x 之數值範圍為 $0 \leq x \leq 0.4$ ；

A 為選自於 Sc、Y 及 La 之其中一元素；以及

B 為選自於 Ti、Zr 及 Ce 之其中一元素。

根據上述之製備方法，本發明另提供一種乙醇重組器觸媒組成物，包括一觸媒載體及一形成於該觸媒載體之表面的金屬固溶體，其特徵在於，所述乙醇重組器觸媒組成物係如以下化學式(I)所示：



x 之數值範圍為 $0 \leq x \leq 0.9$ ；

C 為選自於 Zr 及 Ce 之其中一元素；以及

D 為選自於 Co、Ni 及 Cu 之其中一元素。

綜上所述，本發明乙醇重組器觸媒之製備方法可透過固溶體的製備，使金屬(如鈦、鎳金屬)的分散性得以提升，並且能以離子態的方式穩定存在於材料的結構之中，除可提升觸媒的反應活性之外，還可避免於長時間進行催化時因高溫而生成容易汽化的金屬氧化物(如二氧化鈦)。

本發明的其他目的和優點可以從本發明所揭露的技術特徵得到進一步的了解。為了讓本發明之上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例並配合所附圖式作詳細說明如下。

為了能更進一步瞭解本發明為達成既定目的所採取之技術、

方法及功效，請參閱以下有關本發明之詳細說明、圖式，相信本發明之目的、特徵與特點，當可由此得以深入且具體之瞭解，然而所附圖式與附件僅提供參考與說明用，並非用來對本發明加以限制者。

【圖式簡單說明】

圖 1 為本發明之乙醇重組器觸媒之製備方法之流程示意圖。

圖 2 為本發明之第一實施例之乙醇重組器觸媒之 X 光繞射圖譜。

圖 3 為本發明之第一實施例之乙醇重組器觸媒之碳氧比對乙醇轉化率之曲線圖。

圖 4 為本發明之第一實施例之乙醇重組器觸媒之碳氧比對氫氣選擇率之曲線圖。

圖 5 為本發明之第二實施例之乙醇重組器觸媒之 X 光繞射圖譜；

圖 6 為第二實施例之乙醇重組器觸媒之碳氧比對乙醇轉化率之曲線圖。

圖 7 為本發明之第二實施例之乙醇重組器觸媒之碳氧比對氫氣選擇率之曲線圖。

【實施方式】

本發明之具體實施例主要提供一種乙醇重組器觸媒，其可透過固溶體的方式來提升金屬離子於結構中的分散性，以提升此觸媒的使用壽命及穩定性，並減少乙醇製氫反應時所產生的積炭。

〔第一實施例〕

請參閱圖 1，其顯示本發明乙醇重組器觸媒之製備方法之流程示意圖。下將詳細說明各步驟之具體內容：

合成

步驟一：將第一金屬前驅物、第二金屬前驅物及第三金屬前驅物於室溫下混合入一有機媒介中，以形成一混合物。具體而言，

第一金屬前驅物、第二金屬前驅物及第三金屬前驅物可分別為金屬鹽、金屬水合物或金屬氯化物；另外，有機媒介可選自於甲醇(Methanol, CH_3OH)、乙醇(Ethyl Alcohol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)、丁醇(Butanol, $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$)或異丙醇(Isopropyl Alcohol, $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$)。

進一步言，第一金屬前驅物可選自於四氯化鈦(TiCl_4)、硝酸氧鋯($\text{ZrO}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)或硝酸鈾($\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)，換言之，第一金屬可以是鈦(Ti)、鋯(Zr)及鈾(Ce)金屬的其中一種；第二金屬前驅物可選自於硝酸釷($\text{Sc}(\text{NO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)、硝酸釷($\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)或硝酸鏷($\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)，換言之，第二金屬可以是釷(Sc)、釷(Y)及鏷(La)金屬的其中一種；第三金屬前驅物可選自於氯化鈱($\text{RuCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)，亦即第三金屬可以是鈱(Ru)金屬，而有機媒介可以是乙醇。

在本具體實施例中，係將硝酸鈾、硝酸鏷及氯化鈱根據不同化學劑量比秤重之後，在室溫下溶解並均勻混合於 5g 乙醇中，所形成之混合物包含的金屬離子的總濃度為 5mmol。在一變化實施例中，第一金屬前驅物也可選自四氯化鈦或硝酸氧鋯，第二金屬前驅物也可選自硝酸釷或硝酸釷，且根據不同化學劑量比秤重之後，在室溫下溶解於 5g 乙醇中，值得注意的是，混合物包含的金屬離子的總濃度同樣為 5mmol。

步驟二：將一介面活性劑添加入該混合物中，並於 30°C 至 50°C 下靜置 3 至 7 天，以形成一凝膠態溶液。具體而言，介面活性劑可以是 P123，如以下化學式所示： $\text{HO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{20}(\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{O})_{70}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{20}\text{H}$ ，且 P123 與上述之混合物均勻混合之後，較佳於 40°C 下靜置 3 天(請提供技術支援)。可以理解的是，本發明之介面活性劑並不限定於 P123，也可選自於 F68、F108 和 F127 的其中一種。

步驟三：以 350°C 至 550°C 之第一段溫度進行鍛燒 1 至 5 小時，

並以 800°C 至 1000°C 之第二段溫度進行鍛燒 1 至 5 小時，即製成一金屬固溶體。具體而言，係先將步驟二製成的凝膠態溶液置入一高溫爐中，以 450°C 之溫度進行鍛燒 5 小時之後，再以 900°C 之溫度進行鍛燒 5 小時，使成晶相，如此即得到本發明之乙醇重組器觸媒。經本實施例之步驟所製成的乙醇重組器觸媒(即金屬固溶體)如以下化學式(I)所示： $A_2(B_{2-x}Ru_x)O_7$ 式(I)

其中：

x 之數值範圍為 $0 \leq x \leq 0.4$ ；

A 為選自於 Sc、Y 及 La 之其中一元素；以及

B 為選自於 Ti、Zr 及 Ce 之其中一元素。

並且，本實施例之乙醇重組器觸媒(金屬固溶體)能夠形成於一觸媒載體之表面，以構成乙醇重組器觸媒組成物，其中觸媒載體可選自具有高表面積之金屬氧化物，例如氧化矽或氧化鋁，但不限制於此。

測試例

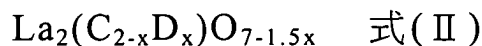
請參閱圖 2 至 4，其中顯圖 2 顯示本發明第一實施例之乙醇重組器觸媒之 X 光繞射圖譜，而圖 3 及 4 分別顯示乙醇重組器觸媒之碳氧比對乙醇轉化率及氫氣選擇率之曲線圖。由圖 2 可知，本實施例乙醇重組器觸媒之製備方法可得到高純度之觸媒材料；由圖 3 可知，在碳氧比低於 0.7 時，所述乙醇重組器觸媒能夠使乙醇轉化率達到 100%，而由圖 4 所示之氫氣生成率來看，當 La : Ce : Ru 之莫爾比為 1 : 0.9 : 0.1 以及在反應溫度 400°C 下時，則具有最佳的氫氣選擇率為 100(2)%。

[第二實施例]

請復參閱圖 1，本實施例透過鎳(Ni)離子在固溶體結構中之分散性，能有效改善長時間催化反應的過程中形成積炭的情形。與第一實施例不同的是，第一金屬前驅物可選自於硝酸氧銻

($\text{ZrO}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)或硝酸鈾($\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)，亦即第一金屬可以是銦(Zr)及鈾(Ce)金屬的其中一種；第二金屬前驅物可選自於硝酸銅($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)、硝酸鈷($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)或硝酸鎳($\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)，亦即第二金屬可以是銅(Cu)、鈷(Co)及鎳(Ni)金屬的其中一種；第三金屬前驅物可選自於硝酸鏷($\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)，亦即第三金屬可以是鏷(La)金屬。

具體而言，第一金屬前驅物、第二金屬前驅物及第三金屬前驅物分別是硝酸鏷、硝酸鈾及硝酸鎳。同樣地，硝酸鏷、硝酸鈾與硝酸鎳是根據不同化學劑量比秤重之後，在室溫下溶解並均勻混合於 5g 乙醇中，且所形成之混合物包含的金屬離子的總濃度為 5mmol。由於之後執行的步驟二及三皆與第一實施例相同，故在此不予贅述。經本實施例之步驟所製成的乙醇重組器觸媒(即金屬固溶體)如以下化學式(II)所示：



其中：

x 之數值範圍為 $0 \leq x \leq 0.9$ ；

C 為選自於 Zr 及 Ce 之其中一元素；以及

D 為選自於 Co、Ni 及 Cu 之其中一元素。

進一步地，本實施例之乙醇重組器觸媒(金屬固溶體)能夠形成於一觸媒載體之表面，以構成乙醇重組器觸媒組成物，其中觸媒載體可選自具有高表面積之金屬氧化物，例如氧化矽或氧化鋁，但不限制於此。

測試例

請參閱圖 5 至 7，其中顯圖 5 顯示本發明第二實施例之乙醇重組器觸媒之 X 光繞射圖譜，而圖 6 及 7 分別顯示乙醇重組器觸媒之碳氧比對乙醇轉化率及氫氣選擇率之曲線圖。由圖 4 可知，本實施例乙醇

重組器觸媒之製備方法可得到高純度之觸媒材料，其純相皆落在 $0 \leq x \leq 0.9$ ；由圖 6 可知，在碳氧比低於 0.7 時， $x \geq 0.7$ 的乙醇重組器觸媒能夠使乙醇轉化率達到 100%，而由圖 7 所示之氫氣生成率來看，當 La : Ce : Ni 之莫爾比為 2 : 1.1 : 0.45 以及在反應溫度 500°C 下時，則具有最佳的氫氣選擇率為 80(2)%。

〔實施例的可能功效〕

綜上所述，本發明乙醇重組器觸媒之製備方法可透過固溶體的製備，使金屬(如鈦、鎳金屬)的分散性得以提升，並且能以離子態的方式穩定存在於材料的結構之中，除可提升觸媒的反應活性之外，還可避免於長時間進行催化時因高溫而生成容易汽化的金屬氧化物(如二氧化鈦)。

同上，藉觸媒反應活性之提升，可減低貴重金屬鈦的使用量，達到節省材料成本之目的。此外，本發明雖使用鎳為活性金屬來製備觸媒，但是透過鎳(Ni)離子在固溶體結構中之分散性，能有效改善長時間催化反應的過程中，因鎳金屬的分散性不佳而造成的碳沉積現象。

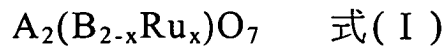
以上所述僅為本發明的較佳可行實施例，非因此侷限本發明的專利範圍，故舉凡運用本發明說明書及圖示內容所為的等效技術變化，均包含於本發明的範圍內。

【符號說明】

無

申請專利範圍

1. 一種乙醇重組器觸媒組成物，包括一觸媒載體及一形成於該觸媒載體之表面的金屬固溶體，其特徵在於，所述乙醇重組器觸媒組成物係如以下化學式(I)所示：



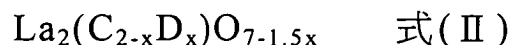
其中：

x 之數值範圍為 $0 \leq x \leq 0.4$ ；

A 為選自於 Sc、Y 及 La 之其中一元素；以及

B 為選自於 Ti、Zr 及 Ce 之其中一元素。

2. 一種乙醇重組器觸媒組成物，包括一觸媒載體及一形成於該觸媒載體之表面的金屬固溶體，其特徵在於，所述乙醇重組器觸媒組成物係如以下化學式(II)所示：



其中：

x 之數值範圍為 $0 \leq x \leq 0.9$ ；

C 為選自於 Zr 及 Ce 之其中一元素；以及

D 為選自於 Co、Ni 及 Cu 之其中一元素。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 所述之乙醇重組器觸媒組成物，其中該觸媒載體為具有高表面積之金屬氧化物。
4. 一種如申請專利範圍第 1 或 2 項所述之乙醇重組器觸媒之製備方法，包括以下之步驟：

將第一金屬前驅物、第二金屬前驅物及第三金屬前驅物在室溫下混合於一有機媒介中，以形成一混合物；

將一介面活性劑添加入該混合物中，並於 30°C 至 50°C 下靜置 3 至 7 天，以形成一凝膠態溶液；以及

以 350°C 至 550°C 之第一段溫度進行鍛燒 1 至 5 小時，並以

800°C 至 1000°C 之第二段溫度進行鍛燒 1 至 5 小時，即製成一乙醇重組器觸媒。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之乙醇重組器觸媒之製備方法，其中該第一金屬前驅物為金屬鹽、金屬水合物或金屬氯化物，且該第一金屬係選自於鈦、鋯及鈾的其中之一，該第二金屬前驅物為金屬鹽、金屬水合物或金屬氯化物，且該第二金屬係選自於鈦、釷及鐳的其中之一，該第三金屬前驅物為鈦金屬鹽、鈦金屬水合物或鈦金屬氯化物。
6. 如申請專利範圍第 4 項所述之乙醇重組器觸媒之製備方法，其中該第一金屬前驅物為金屬鹽、金屬水合物或金屬氯化物，且該第一金屬係選自於鋯及鈾的其中之一，該第二金屬前驅物為金屬鹽、金屬水合物或金屬氯化物，且該第二金屬係選自於鈷、鎳及銅的其中之一，該第三金屬前驅物為鐳金屬鹽、鈦金屬水合物或鈦金屬氯化物。
7. 如申請專利範圍第 4 項所述之乙醇重組器觸媒之製備方法，其中該介面活性劑為 P123，如以下化學式(III)所示：
$$\text{HO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{20}(\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{O})_{70}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{20}\text{H} \quad \text{式(III)}$$
8. 如申請專利範圍第 4 項所述之乙醇重組器觸媒之製備方法，其中該混合物所包含的金屬離子的濃度為 5 毫莫耳。

圖式

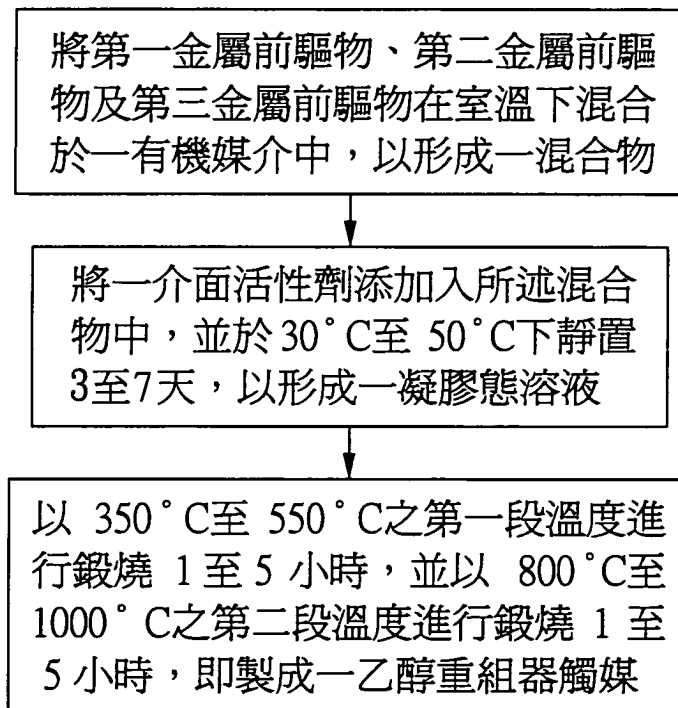


圖1

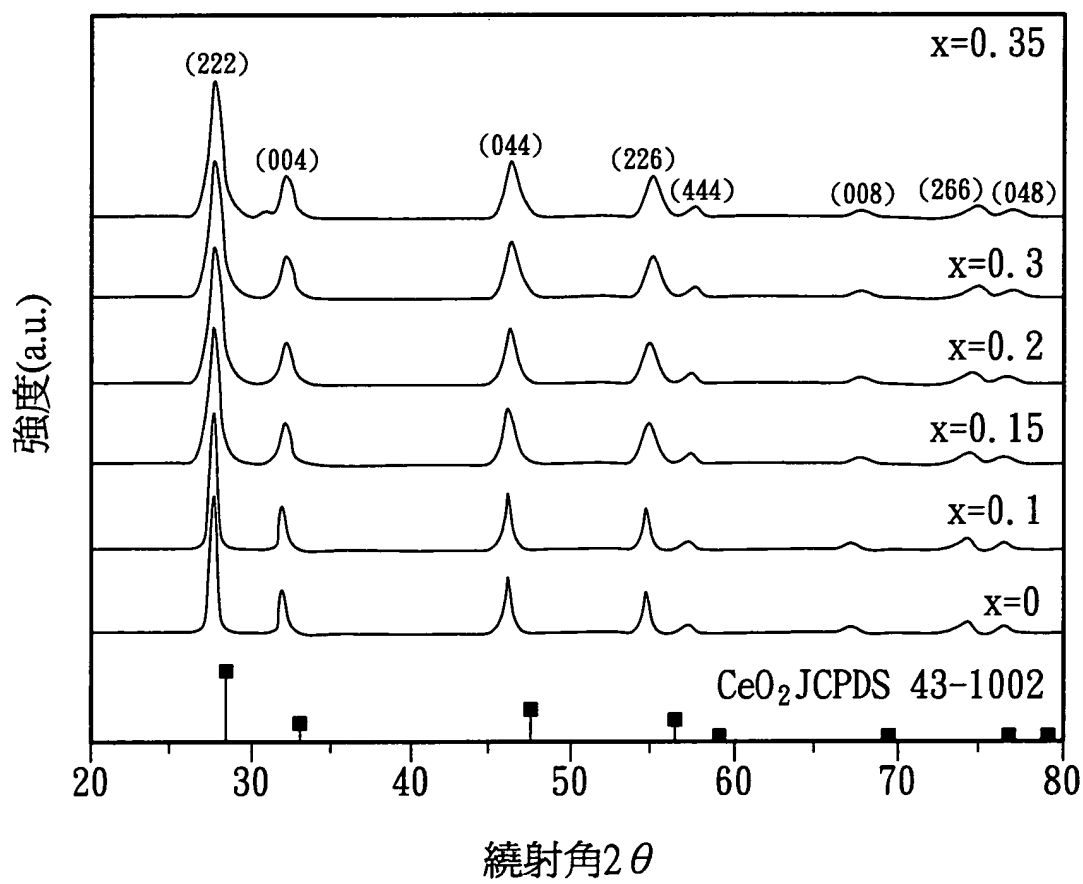


圖2

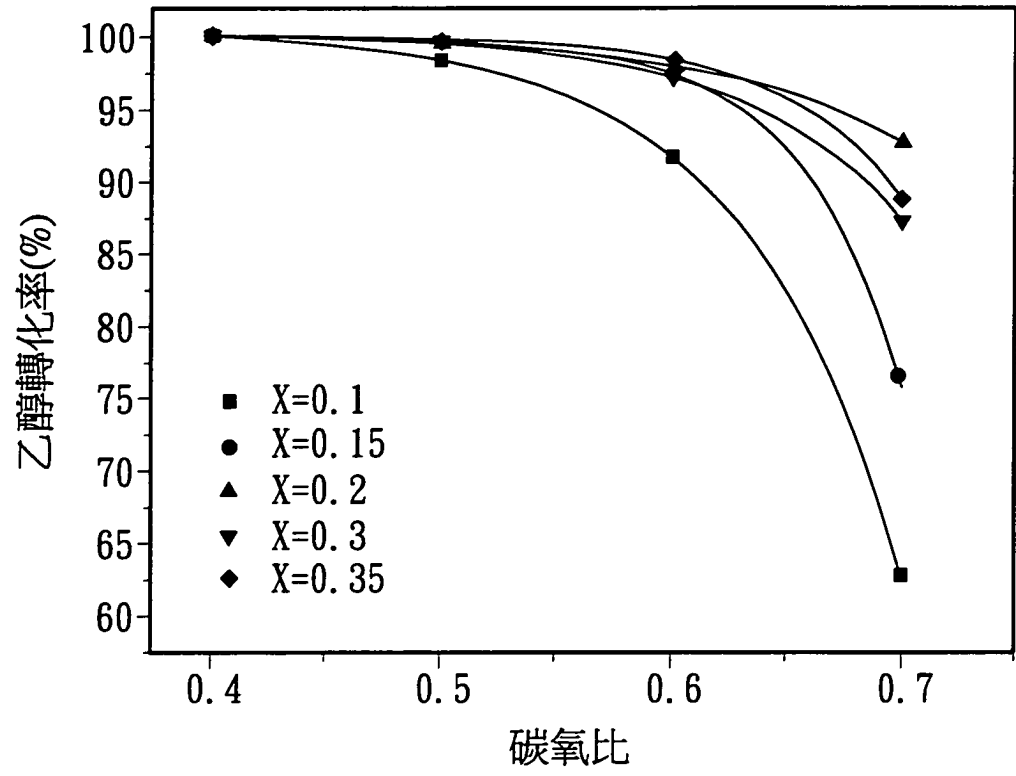


圖3

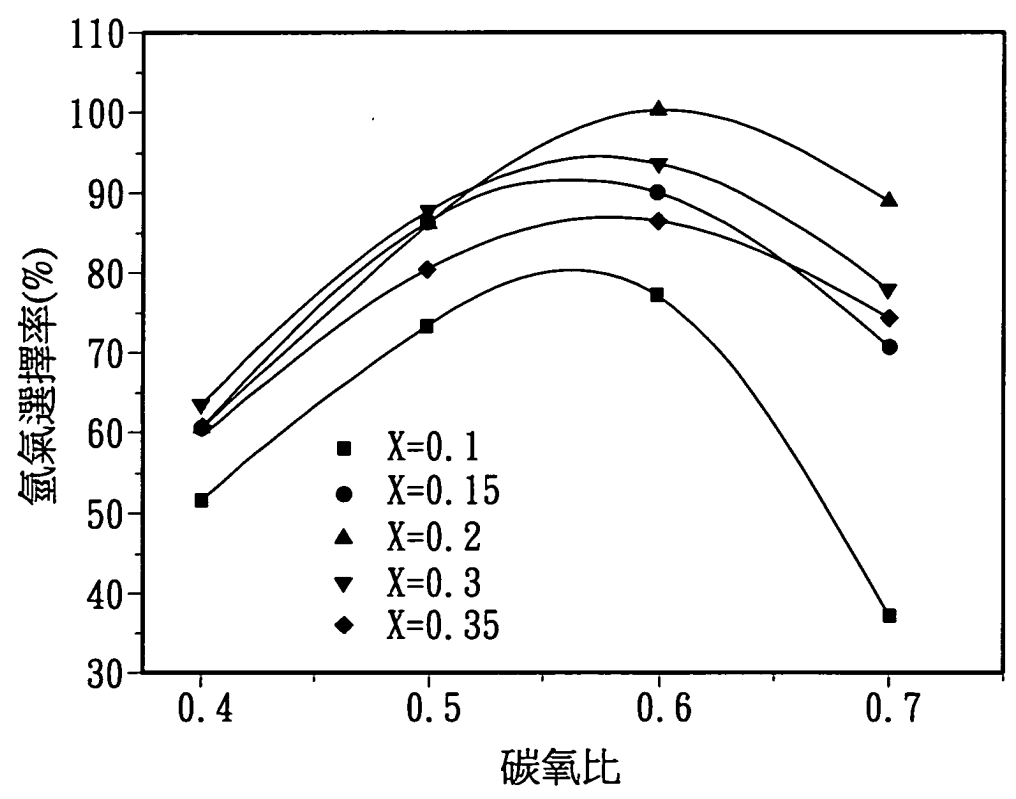


圖4

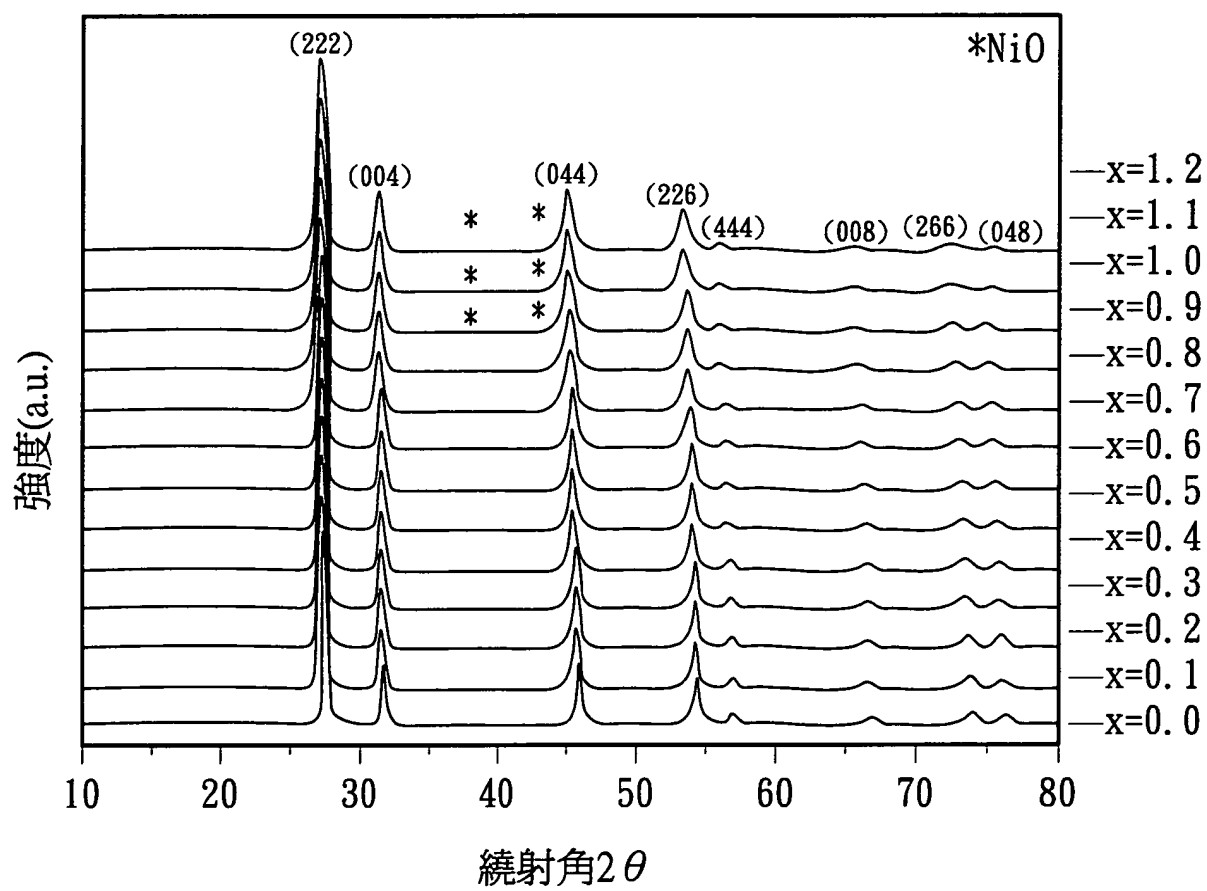


圖5

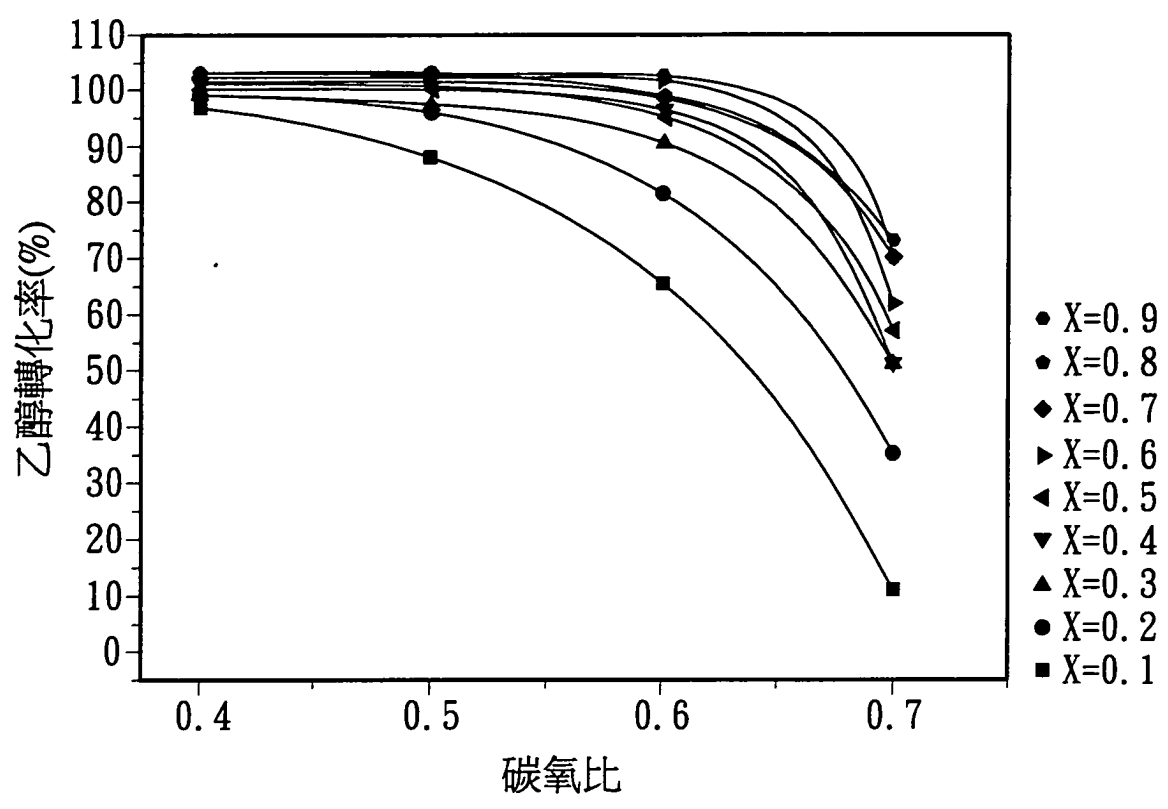


圖6

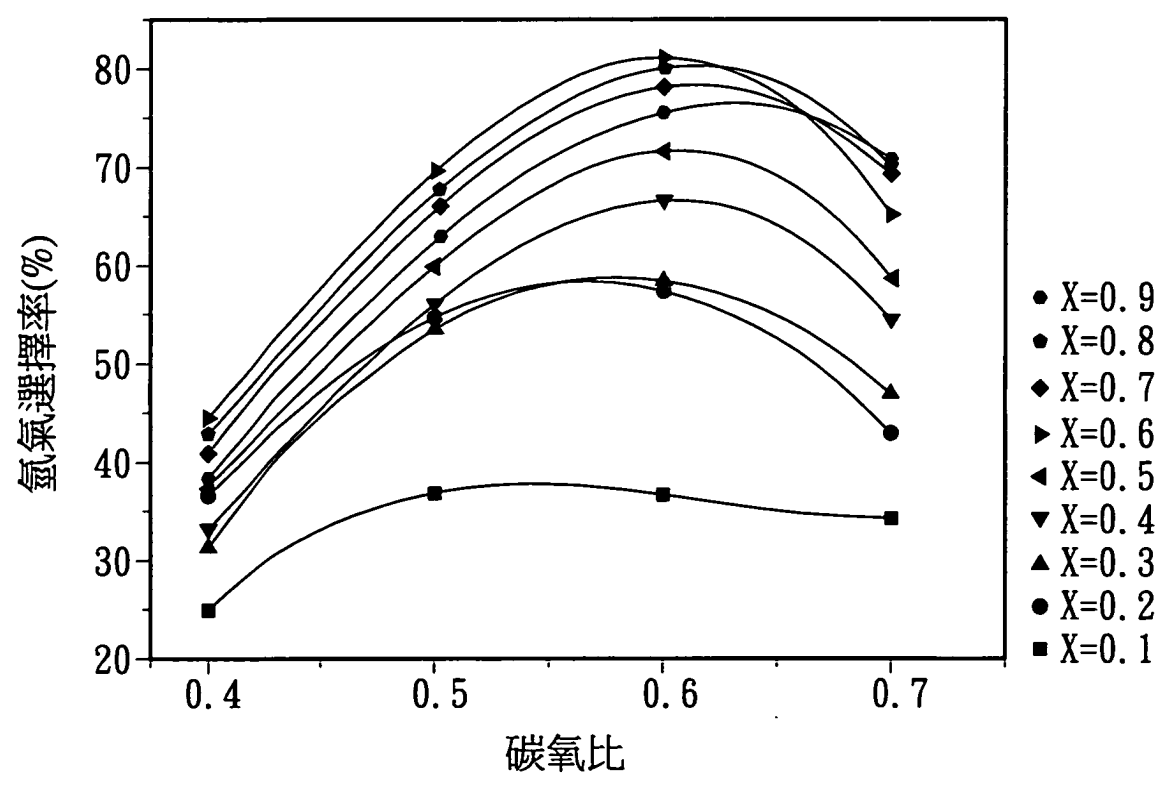


圖7