



(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 I381992B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 11 日

(21)申請案號：097137058

(22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 09 月 26 日

(51)Int. Cl. : C01B3/32 (2006.01) B01J23/80 (2006.01)

(71)申請人：國立清華大學(中華民國) NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY (TW)

新竹市光復路 2 段 101 號

(72)發明人：黃鈺軫 HUANG, YUH JEEN (TW) ; 葉君棣 YEH, CHUIN TIH (TW) ; 王翠薇 WANG, TSUI WEI (TW) ; 鍾良佐 CHUNG, LIANG CHOR (TW)

(74)代理人：蔡朝安；鄭淑芬

(56)參考文獻：

US 7048897B1

US 2002/0039965A1

US 2005/0002858A1

US 2006/0269469A1

審查人員：吳國宇

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：1 共 0 頁

(54)名稱

反應器室溫啟動的低溫氫氣製程

SELF-STARTED PROCESS AT REACTOR TEMPERATURE FOR HYDROGEN PRODUCTION

(57)摘要

一種可以從反應器室溫啟動的低溫氫氣製程，此製程在反應器室溫下，使用氧氣與甲醇之莫耳比小於等於 0.6 的混合氣體通過具有銅鋅觸媒之反應床。此銅鋅觸媒之成份除銅與氧化鋅外，還包含氧化錳與/或氧化銻。此銅鋅觸媒會自行啟動甲醇之部分氧化反應，並升溫至 120°C 以上，並在反應溫度 180°C 或更低下，產生一氧化碳含量少於 4 體積百分比的富氫氣體，且每莫耳的甲醇消耗量可產生大於等於 1.8 莫耳的氫氣。

A hydrogen production process under low temperature is disclosed. In the process, oxygen and methanol are pre-mixed in an oxygen/methanol molar ratio ≤ 0.6 . The mixture is then directed to a reactor bed packed with a Cu/Zn based catalyst at reactor temperature for partial oxidation of methanol (POM). The Cu/Zn catalyst may be promoted with oxides of cerium and/or manganese. The exothermic POM reaction may be automatically initiated over the promoted catalyst, raises the reactor temperature over 120 °C, and produce a hydrogen rich gas (HRG). Each mole of methanol consumed in the POM process may generate more than 1.8 moles of hydrogen and the produced HRG has a CO content less than 4 volume percentage at reaction temperature ≤ 180 °C.

- 100 . . . 反應物
- 200 . . . 觸媒
- 201 . . . 反應器
- 204 . . . 混合槽
- 300 . . . 反應產物

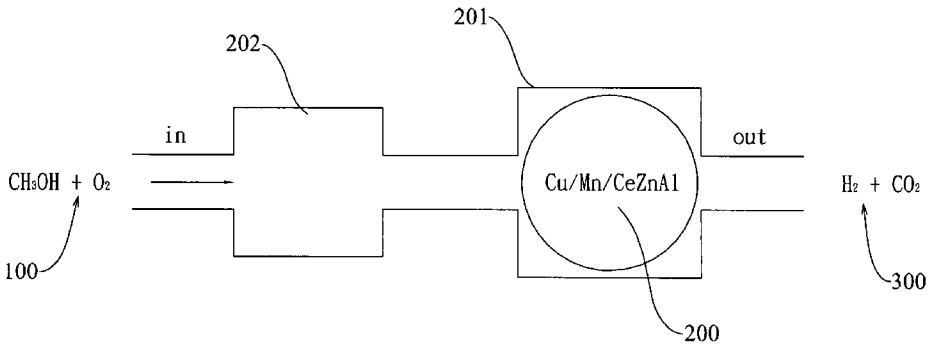


圖1

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97/37058

101. 10. 月 0 日修正本

※申請日：97.09.26

※IPC 分類：C01B 3/32 (2006.01)

B01J 23/80 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

反應器室溫啟動的低溫氫氣製程

SELF-STARTED PROCESS AT REACTOR TEMPERATURE FOR
HYDROGEN PRODUCTION

二、中文發明摘要：

一種可以從反應器室溫啟動的低溫氫氣製程，此製程在反應器室溫下，使用氧氣與甲醇之莫耳比小於等於 0.6 的混合氣體通過具有銅鋅觸媒之反應床。此銅鋅觸媒之成份除銅與氧化鋅外、還包含氧化錳與/或氧化鈾。此銅鋅觸媒會自行啟動甲醇之部分氧化反應，並升溫至 120°C 以上，並在反應溫度 180°C 或更低下，產生一氧化碳含量少於 4 體積百分比的富氫氣體，且每莫耳的甲醇消耗量可產生大於等於 1.8 莫耳的氫氣。

三、英文發明摘要：

A hydrogen production process under low temperature is disclosed. In the process, oxygen and methanol are pre-mixed in an oxygen/methanol molar ratio ≤ 0.6 . The mixture is then directed to a reactor bed packed with a Cu/Zn based catalyst at reactor temperature for partial oxidation of methanol (POM). The Cu/Zn catalyst may be promoted with oxides of cerium and/or manganese. The exothermic POM reaction may be automatically initiated over the promoted catalyst, raises the reactor temperature over 120 °C, and produce a hydrogen rich gas (HRG). Each mole of methanol consumed in the POM process may generate more than 1.8 moles of hydrogen and the produced HRG has a CO content less than 4 volume percentage at reaction temperature ≤ 180 .

°C.

四、指定代表圖：

(一)、本案代表圖為：圖 1

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

100 反應物

200 觸媒

201 反應器

204 混合槽

300 反應產物

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

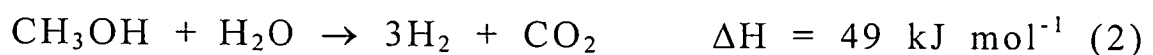
【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種製造氫氣的方法，特別是反應器室溫啟動之低溫氫氣製程。

【先前技術】

燃料電池為發展中的技術，可高效率地轉換燃料的化學能成為電能，又能兼顧環保的需求。在各種發展的燃料電池(fuel cell)中，氫燃料電池(hydrogen full cell；HFC)擁有低操作溫度的優勢，因此頗具發展潛能。但是 HFC 技術上有氫氣燃料不易儲存及不易輸送的缺點。這個缺點目前可藉由使用碳氫化合物作為 HFC 的外來主要(primary)燃料，將其在現場(on site)轉換成富氫氣體(hydrogen rich gas；HRG)來克服之。而 HRG 是氫氣含量高的混和氣體，是適合 HFC 使用的燃料之一。

在碳氫化合物轉換供給 HFC 富氫氣體燃料的研究中，藉由甲醇的化學反應來提供 HRG 已被廣泛研究。由於甲醇具有高化學活性、產量大和價格低的優點，因此，已經開發出許多以甲醇製造富氫氣體的製程。開發較早的製程有甲醇的直接分解反應[*methanol decomposition*，MD]，如反應式(1)、甲醇的蒸氣重組反應[*steam reforming of methanol*，SRM]，如反應式(2)以及甲醇的部分氧化反應[*partial oxidation of methanol*，POM]，如反應式(3)：



DM 反應的主產物為一氧化碳 (CO)，但一氧化碳會毒化燃料電池中的鉑金屬電極。SRM 反應雖然可以每消耗一莫耳的甲醇就製造出 3 莫耳的氫氣，但 SRM 反應為吸熱反應。由勒沙特列原理(Le Chatelier's Principle)的角度來看，降低反應溫度並不利於 SRM 反應的進行，也就是需要在高溫 (250°C) 以上才能有效進行 SRM 反應。

POM 反應則是文獻上另一種製氫途徑。相較於 SRM 的吸熱反應，POM 是個放熱反應，一旦達到啟動溫度 (initiation temperature, T_i) 就不需要提供額外的熱源，可以減少能源消耗、及反應器的成本和體積。

文獻上可以看到許多應用在 POM 方法中的觸媒研究。例如 Wolf 等人在第 2007/20070269367 號美國公開專利使用 Cu/Zn/Ce/Zr/Pd 等銅觸媒，這些觸媒都需要大於 200°C 的溫度才能使 POM 反應活性較佳，而且其一氧化碳選擇率也高達 10% 左右。高一氧化碳含量的親氫氣會毒化 HFC 的鉑觸媒，導致催化活性急遽而影響氫燃料電池的效能列如 Pd/ZnO [M.L. Cubeiro, J.L.G. Fierro, Appl. Catal. A 168 (1998) 307]1、Cu/ZnO [T. Bunluesin, R. J. Gorte, G. W. Graham, Appl. Catal. B 14 (1997) 105]2、Cu/ZnO-Al₂O₃ [S. Velu, K. Suzuki, T. Osaki, Catal. Lett. 62 (1999) 159、US 898318]3、Cu/Cr-ZnO [Z. F. Wang, J. Y. Xi, W. P. Wang, G. X. Lu, J. Mol. Catal. A: Chemical 191 (2003) 123]、CuPd/ZrO₂-ZnO [S. Schuyten, E. E. Wolf., Catal. Lett. 106 (2006) 7、US 752190]。表一中依序列出上述文獻中，不同觸媒系統對於 POM 反應之結果比較。可以觀察到，這些研究都有共同憾事為仍需要 220°C 以上的高溫，才能擁有較高的反應活性。

表一：不同之觸媒系統對於甲醇部分氧化重組反應之結果比較

觸媒組成	溫度 (°C)	C _{MeOH} (%)	S _{H₂} (%)	S _{CO} (%)
Pd/ZnO	250	70	96	19
Cu/ZnO	320	78	98	10
Cu/ZnO-Al ₂ O ₃	245	83	98	12
Cu/Cr-ZnO	200	86	68	12
CuPd/ZrO ₂ -ZnO	200	89	88	11

由於文獻中用在 POM 反應的銅或鈀觸媒需要的反應溫度都在 200°C 以上，因此燃料重組氣開始使用時必須先經過燃料預熱(pre-heating)及點燃的(start-up)步驟，勢必成為啟動時間的瓶頸，影響了 PEMFC 的實用性。如果能降低 POM 反應的啟動溫度與反應溫度，就能縮短 PEMFC、電動車以及電子產品的啟動時間，同時也能降低能源的耗費及節省成本。

【發明內容】

為了解決上述問題，本發明目的之一係提供一種可反應器室溫啟動之低溫製造氫氣製程，無需額外預熱即可於反應器室溫下啟動甲醇之部分氧化反應，其反應溫度可小於等於 180°C，可產生 CO 含量低不大於 4% 之氫氣，且每莫耳的甲醇消耗量有大於 1.8 莫耳的氫氣產出。

本發明目的之一係提供一種可反應器室溫啟動之低溫製造氫氣製程，可使用廉價的銅鋅觸媒產生來提供低 CO 含量

的氫氣供燃料電池使用，可有效降低 CO 對燃料電池的毒化現象。

本發明目的之一係提供一種可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程的觸媒，藉由使用銅鋅觸媒可於反應器室溫下催化啟動甲醇之部分氧化反應使溫度上升。

為了達到上述目的，本發明一實施例之一種可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程，係包含：提供含有甲醇與氧氣之一混合氣體；將混合氣體通過一銅鋅觸媒，其中銅鋅觸媒含有氧化鈾與氧化錳之至少任一，及反應器之室溫係小於 120°C；甲醇之一部分氧化反應被催化啟動且於兩分鐘內混合氣體自燃至溫度約 120°C 以上；以及溫度到達一反應溫度小於或等於 180°C 時產生一氫氣，其中氫氣具有小於等於 4 體積百分比之一氧化碳含量，且每莫耳甲醇之消耗量有大於等於 1.8 莫耳之氫氣之產量。

本發明另一實施例之一種可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程的觸媒，觸媒係為一銅鋅觸媒，其中銅鋅觸媒含有氧化錳；銅鋅觸媒中的銅金屬較佳含量約為 20.0 至 40.0 重量百分比；銅鋅觸媒中的氧化錳較佳含量約為 10.0 至 70.0 重量百分比。

【實施方式】

觸媒是一種可以減少反應溫度以及控制產物選擇率的物質。好的觸媒可讓反應在較低溫度下進行，尋找良好觸媒是發展化學製程的重要研發工作。基於上述之問題，本發明可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程係使用一種廉價、高氧化還原能力的銅鋅觸媒，利用非燃燒性的催化劑，來降低甲醇部分氧化反應的溫度。

觸媒的製備方法

本發明所提出的銅/氧化鋅、銅/氧化錳、銅/氧化鋁/氧化鋅、銅/氧化鈰鋅、銅/氧化鈰觸媒等是以共沉澱法製備。於一實施例中，在硝酸銅、硝酸鈰、硝酸錳、硝酸鋁、硝酸鋅之混和水溶液中加入 2M 的碳酸氫鈉 (NaOH) 水溶液，調整沉澱 pH 值約為 6 至 9 產生藍綠色沉澱物。所得沉澱物在 400°C 下煅燒，得到新鮮的 $\text{Cu/MnxAl}_y\text{ZnO-z}$ 、 Cu/CexZnO-z 觸媒 (x 為氧化錳或氧化鈰的重量百分比，y 為氧化鋁的重量百分比，z 為沉澱時混和水溶液的 pH 值)。利用上述之沉澱沉積法，所製得銅鋅觸媒的銅含量可從 5wt% 到 50wt% 不等。

甲醇部分氧化之反應系統與測試催化反應的方法

本發明製程所設置的甲醇重組製氫反應系統如圖 1 所示。在固定床反應器 201(fixed bed reactor)中，先取 0.1 g 還原過的觸媒 200 (60~80 mesh) 放置於內徑為 4 mm 的石英反應管 (圖上未示) 內，並用石英棉固定觸媒位置。

而在反應物 100 方面，首先使用液態幫浦來控制甲醇的流量並以預熱器加以氣化；氧氣和載流氣體 (Ar) 則分別藉由質流控制器控制流速，連同甲醇氣體一同輸入一混合槽 202 內均勻混合 (6.1 vol.% 之 O_2 ，12.2 vol.% 之 CH_3OH ，81.7 vol.% 之 Ar， $n_{\text{O}_2}/n_{\text{MeOH}} = 0.5$)，再將混合氣體通過反應器 201 之觸媒床 (catalyst bed)。其中，氧氣之來源可為純氧氣或是空氣。含甲醇與氧氣的混合氣體通過銅鋅觸媒，於反應器室溫開始啟動催化甲醇之部分氧化反應，啟動後不需要外部供給熱量且在二分鐘內自燃至 120 °C 以上，並在反應溫度 180°C 或更低下，產生氫氣。

反應產物 300 之後藉由兩臺氣相層析儀 (gas chromatography, GC) 來進行定性的分離 (其中 H_2 和 CO 是用 Molecular Sieve 5A 層析管來分離。 H_2O 、 CO_2 、 CH_3OH 則是用 Porapak Q 層析管來分離，並用熱傳導偵測器 (TCD) 來做定量分析。

經由熱傳導偵測器作定量分析之後，計算甲醇轉化率 (C_{MeOH})，氫氣選擇率 (S_{H_2})，及一氧化碳 (S_{CO}) 選擇率其定義如下：

$$C_{MeOH} = (n_{MeOH,in} - n_{MeOH,out})/n_{MeOH,in} \times 100\%$$

$$S_{H_2} = n_{H_2}/(n_{H_2} + n_{H_2O}) \times 100\%$$

$$S_{CO} = n_{CO}/(n_{CO_2} + n_{CO}) \times 100\%$$

對甲醇重組反應來說 C_{MeOH} 越高，代表反應過程中參與反應的甲醇量越多；在甲醇重組產生氫氣的同時，氫氣也有可能被反應氣體中的氧給氧化， S_{H_2} 越高，代表甲醇重組反應所產生氫氣被氧化的比率越少，反應所產生的水也就較少； S_{CO} 越高，表示甲醇脫氫之後，甲醇中的碳容易以一氧化碳的形式脫附，相對的以二氧化碳形式脫附的比率就比較小。

以下所述為銅/氧化錳鋅、銅/氧化錳鋅鋁、銅/氧化鈰鋅觸媒對部分氧化甲醇反應活性測試。

氧化錳鋁負載量之影響

表二顯示不同氧化錳負載量的銅/氧化錳鋅、銅/氧化錳鋅鋁觸媒在部分氧化甲醇反應活性測試。在表中可以發現單純只有氧化錳的催化能力並不佳；而只有氧化銅的觸媒並不具有在反應器室溫下啟動之功能，但是加入錳之後觸媒都具有可以在反應器室溫下啟動之能力，並且能在兩分鐘內升溫到 $120^\circ C$ 。

表二 不同氧化錳負載量的銅/氧化錳鋅、銅/氧化錳鋅鋁觸媒之 POM 活性測試

觸媒	啟動溫度 (°C)	反應溫度 (°C)	C _{MeOH} (%)	S _{H2} (%)	S _{CO} (%)
Mn20ZnO	RT*	180	70	74	8
30% Cu/ZnO	140	180	90	88	8
30% Cu/Mn70	RT	180	74	68	11
30% Cu/Mn10ZnO	RT	180	94	85	9
30% Cu/Mn20ZnO	RT	180	97	80	8.6
30% Cu/Mn10ZnOAl10	RT	180	95	81	8
30% Cu/Mn20ZnOAl20	RT	180	87	87	10

*RT：反應器室溫(reactor temperature)

以上，並在反應溫度 180°C 或更低下，進行 POM 反應，其是添加越多重量百分比的氧化錳，觸媒在低溫下活性和 S_{CO} 越佳，但 S_{H2} 卻隨著氧化錳的負載量增加而有些許下降。這是由於過多的氧化錳負載量將使 POM 產生的氫氣容易與反應氣中的氧產生氧化反應。因此最適量的氧化錳負載在範圍為 10 wt.% 至 70 wt.%；而再觀察有添加氧化鋁之觸媒，添加過量的氧化鋁會造成反應性不佳，因此氧化鋁的負載範圍大約在 10 wt.% 至 30 wt.% 之間。

氧化鈰負載量之影響

表三顯示不同氧化鈰負載量的銅/氧化鈰鋅觸媒在部分氧化甲醇反應活性測試。其中啟動溫度隨著氧化鈰的負載量增加而下降。特別是當製備的銅觸媒中氧化鈰負載量大於 40 wt.% 時，可從反應器室溫開始啟動，且能在兩分鐘內升溫到 120 °C 進行 POM 反應。但 S_{H2} 和 C_{MeOH} 卻隨著氧化鈰的負載量增加而有些許下降。這是由於過多的氧化鈰(70 wt.%)負載量將使 POM 產生的氫氣容易與反應氣中的氧產生氧化反

應。因此最適量的氧化鈰負載量範圍為 40 wt.% 至 70 wt.% 之間。

表三 不同氧化鈰負載量的銅/氧化鈰鋅觸媒之 POM 活性測試

觸媒	啟動溫度 (°C)	反應溫度 (°C)	C _{MeOH} (%)	S _{H₂} (%)	S _{CO} (%)
30% Cu/ZnO-7	200	225	95	91	13
30% Cu/Ce ₂₀ ZnO-7	180	200	97	92	11
30% Cu/Ce ₄₀ ZnO-7	RT	180	95	90	13
30% Cu/CeO ₂ -7	RT	180	93	86	18
30% Cu/Ce ₄₀ ZnO-7	RT	120	86	89	8
30% Cu/CeO ₂ -7	RT	120	82	84	9

銅負載量之影響

表四顯示不同金屬銅負載量的銅/氧化鈰鋅觸媒在部分氧化甲醇反應活性測試。其中製備的銅鋅觸媒中金屬銅負載量約為 30wt.% 時，顯示出最高多活性。這是由於銅/氧化鈰鋅觸媒在銅金屬 30wt.% 時有較大的金屬銅表面積，因此最適量的金屬銅負載量範圍為 20wt.% 至 40wt.% 之間。

表四 不同金屬銅負載量的銅/氧化鈰鋅觸媒之 POM 反應活性測試

觸媒	反應溫度 (°C)	C _{MeOH} (%)	S _{H₂} (%)	S _{CO} (%)
10% Cu/Ce ₄₀ ZnO-7	200	81	84	6
30% Cu/Ce ₄₀ ZnO-7	200	97	90	14
50% Cu/Ce ₄₀ ZnO-7	200	71	85	4

沉澱 pH 值之影響

表五顯示不同 pH 值以碳酸鈉沉澱製備銅/氧化鈰鋅觸媒在部分氧化甲醇反應活性測試。其中在 pH 約在 6-7 之間沉澱製備的銅觸媒中顯示出高活性。但當沉澱 pH 上升之後，製備銅觸媒活性卻下降。這是由於高 pH 值將迫使藍色碳酸沉澱物在沉澱時轉變成黑色氧化銅

沉澱，進而導致金屬銅粒徑變大，因此最適量的沉澱 pH 值為 6 至 9 間。

表五 不同 pH 值以碳酸鈉沉澱製備銅/氧化鈰鋅觸媒 POM 活性測試

觸媒	反應溫度 (°C)	C _{MeOH} (%)	S _{H₂} (%)	S _{CO} (%)
30% Cu/Ce ₄₀ ZnO-6	200	95	90	13
30% Cu/Ce ₄₀ ZnO-7	200	97	90	14
30% Cu/Ce ₄₀ ZnO-9	200	86	89	10

由以上實施例可知，所例示之反應器室溫啟動以及低溫甲醇部分氧化重組反應氫氣製程，其中使用本發明之 Cu/Mn-ZnO、Cu/CeO₂-ZnO 觸媒是關鍵。使用此銅鋅觸媒在反應器室溫啟動，自給熱能至 120 °C 以上，並在反應溫度 180 °C 或更低下，可有效催化甲醇部分氧化重組反應，產生低 CO (≤ 4 vol.%) 污染與高氫氣產出率之富氫產氣。而本發明之應用，可能會影響到石油工業、燃料電池技術和氫氣經濟的發展。質子交換膜燃料電池(proton exchange membrane fuel cell)目前被認為極有可能做為未來如筆記型電腦、手機與數位錄相機上的電力來源，而本發明所發展出之使用銅鋅觸媒所催化之反應器室溫啟動且低溫甲醇部分氧化重組反應與其高氫產率將可應用於質子交換膜燃料電池上。

綜合上述，本發明提出一種氫氣的低溫製程。包含使氧氣對甲醇之莫耳比不大於 0.5，然後在反應器室溫下，讓甲醇與氧氣的混合氣體通過銅鋅觸媒，並開始啟動催化甲醇之部分氧化反應。啟動後在二分鐘內自燃至 120 °C 以上，並在反應溫度 180 °C 或更低下，產生不大於 4 vol.% CO 含量之氫氣。其中之觸媒包含銅、氧化鈰、氧化錳、氧化鋅、氧化鋁等組成。此低溫的部分氧化甲醇氧化催化反應，可讓每莫耳的甲醇消耗有大於 1.8 莫耳的氫氣產出。

上述製程所使用觸媒為一銅鋅觸媒。此銅鋅觸媒更含有氧化銻、氧化錳與氧化鋁之至少任一。其中，銅鋅觸媒中的銅金屬較佳含量約為 20.0 至 40.0 重量百分比；銅鋅觸媒中的氧化錳較佳含量約為 10.0 至 70.0 重量百分比；銅鋅觸媒中的氧化鋁較佳含量約為 10 至 50 重量百分比；以及銅鋅觸媒中的氧化銻較佳含量約為 40%至 70%重量百分比。

以上所述之實施例僅係為說明本發明之技術思想及特點，其目的在使熟習此項技藝之人士能夠瞭解本發明之內容並據以實施，當不能以之限定本發明之專利範圍，即大凡依本發明所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵蓋在本發明之專利範圍內。

【圖式簡單說明】

圖 1 所示為根據本發明一實施例之示意圖。

【要元件符號說明】

100 反應物

200 觸媒

201 反應器

202 混合槽

300 反應產物

七、申請專利範圍：

1. 一種可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程，係包含：
提供含有甲醇與氧氣之一混合氣體；
將該混合氣體通過一銅鋅觸媒，其中該銅鋅觸媒含有氧化鉀與氧化錳之至少任一，及該反應器之室溫係小於 120°C；
甲醇之一部分氧化反應被催化啟動且於兩分鐘內該混合氣體自燃至溫度約 120°C 以上；以及
溫度到達一反應溫度小於或等於 180°C 時產生氫氣，其中氫氣具有小於等於 4 vol.% 之一氧化碳含量，且每莫耳甲醇之消耗量有大於等於 1.8 莫耳之氫氣之產量。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程，在啟動後不需要外部供給熱量。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程，其中氧氣之來源可為純氧氣或空氣。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程，其中氧氣與甲醇之莫耳比約小於等於 0.6。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程，其中該銅鋅觸媒中的銅金屬較佳含量約為 20.0 至 40.0 重量百分比。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程，其中該銅鋅觸媒中的氧化錳較佳含量約為 10.0 至 70.0 重量百分比。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程，其中該銅鋅觸媒中的氧化鋁較佳含量約為 10.0 至 50.0 重量百分比。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程，其中該銅鋅觸媒中的氧化鈾較佳含量約為 40.0% 至 70.0% 重量百分比。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程，其中該銅鋅觸媒係以一共沉澱法所製備而成。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程，其中該共沉澱法使用之沉澱劑係為一碳酸氫鈉水溶液。
11. 如申請專利範圍第 9 項所述之可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程，其中該共沉澱法之沉澱 PH 值約為 6 至 9。
12. 如申請專利範圍第 1 項所述之可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程，其中該銅鋅觸媒為銅鋅鈾觸媒。
13. 如申請專利範圍第 1 項所述之可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程，其中該銅鋅觸媒為銅鋅錳觸媒。
14. 如申請專利範圍第 1 項所述之可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程，其中該銅鋅觸媒為銅鋅錳鋁觸媒。
15. 一種可反應器室溫啟動之低溫氫氣製程的觸媒，該觸媒係為一銅鋅觸媒，其中該銅鋅觸媒更含有氧化錳；該銅鋅觸媒中的銅金屬較佳含量約為 20.0 至 40.0 重量百分比；該銅鋅觸媒中的氧化錳較佳含量約為 10.0 至 70.0 重量百分比。

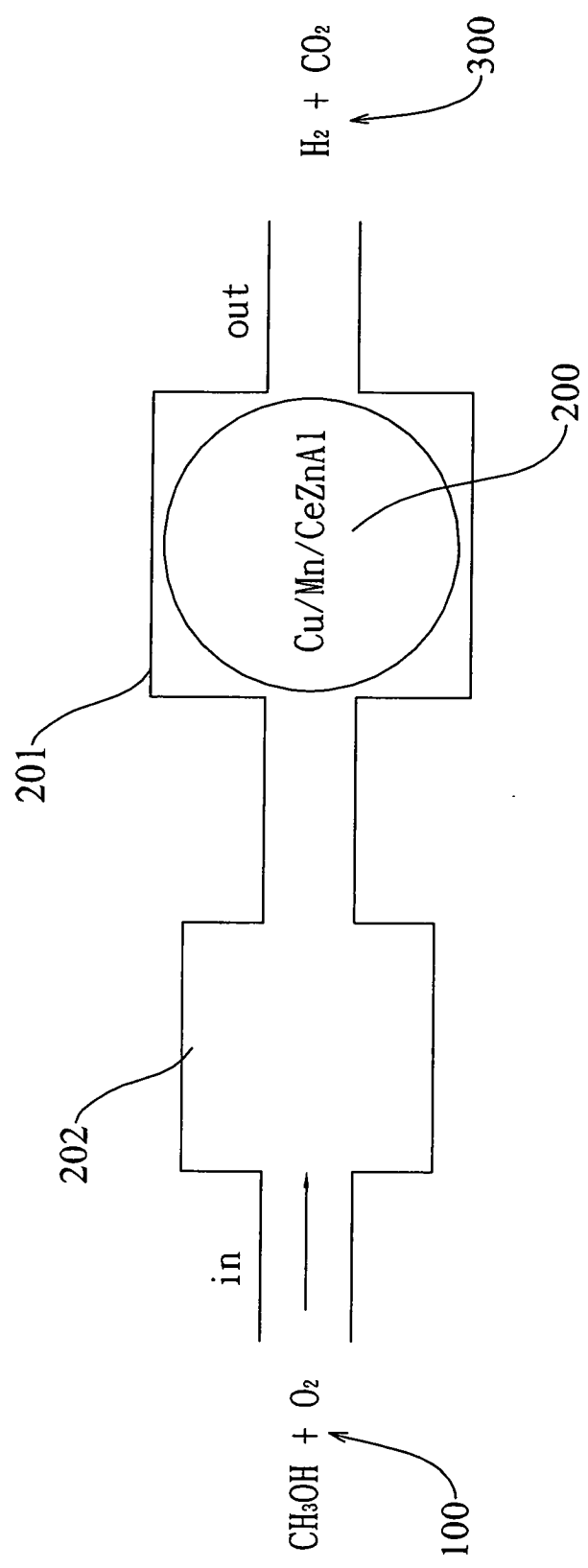


圖1