

申請日期	P. 5. 6
案號	P110P352
類別	C23C14/34, C01B15/029

(以上各欄由本局填註)

## 發 明 專 利 說 明 書

### 新 型

一、發明 名稱	中 文	多成分溶劑系中過氧化氫之直接合成法
	英 文	DIRECT SYNTHESIS OF HYDROGEN PEROXIDE IN A MULTICOMPONENT SOLVENT SYSTEM
二、發明 創作人	姓 名	1. 古賽皮帕巴拉托(Giuseppe PAPPARATTO) 2. 佐丹諾阿爾伯迪(Giordano DE ALBERTI) 3. 林諾狄阿羅希歐(Rino D'ALOISIO)
	國 籍	1. 義大利 2. 義大利 3. 義大利
	住、居所	1. 義大利米蘭希尼瑟羅巴撒莫伐沙利 7 號 2. 義大利瓦雷西貝斯納堤拉鈎布蘭佐尼 4 號 3. 義大利諾瓦羅密提諾 25/E 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	1. 因恩愛公司(ENI S.p.A.) 2. 波里梅立歐洲公司(POLIMERI EUROPA S.p.A.)
	國 籍	1. 義大利 2. 義大利
	住、居所 (事務所)	1. 義大利羅馬比薩 E 馬帝 1 號 2. 義大利布林希底費米 4 號
	代 表 人 姓 名	1. 薩爾瓦托波度納羅 (Salvatore Bordonaro) 2. 薩爾瓦托波度納羅 (Salvatore Bordonaro)

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6  
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ，有 無主張優先權  
 義大利 2001年05月17日 MI2001 001015

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

## 五、發明說明 ( 1 )

本發明係關於一種由氫和氧來生產過氧化氫( $H_2O_2$ )的方法，其使用的反應溶劑係一種包含一或多種醇類、至少一種  $C_5-C_{32}$  烴類和選擇性的含有水之混合物所構成。

過氧化氫是一種商業上非常重要的產品，其在紡織業和造紙業中被廣泛用來做為漂白劑，在環保領域則用來做為消毒劑，而在化學工業上則是用於氧化方法中。

這些氧化方法的實例包括那些使用鈦-矽沸石，做為觸媒的製程，如烯烴的環氧化反應(EP-100,119)、羰基化合物的氫氧化反應(US4,794,198)、氮被氧化成羥基胺(US5,320,819)和芳香烴的羥基化反應(US 4,369,783)。

已知在工業上已可藉由一種複雜的二步驟方法來生產  $H_2O_2$  水溶液。

在這個方法中，首先將一種如丁基蒽醌或乙基蒽醌之蒽醌溶液在不與水混合之有機介質中予以氫化，接著再與空氣進行氧化作用以生成  $H_2O_2$ ，其接著在水相中被萃取出來。

然而，這種方法具有許多缺點，例如需要大量的反應物來進行操作、需要進行許多步驟、中間體的費用相當高及生成惰性的副產物等。

已有人提出以氫和氧直接合成過氧化氫之方法，以克服上述的這些缺點。這些方法通常是藉由使這兩種氣體，在有貴金屬觸媒系統(特別是鹽類型態的鉑族或其混合物金屬，或是做為支撐金屬)存在的情況下，於水性

## 五、發明說明（2）

介質或水性有機介質所構成的溶劑中進行反應。

在這種型態的方法中，由技術和經濟的觀點看來，特別具有吸引力的方法是在醇類或是醇-水介質中進行，例如在美國專利第 4,335,092 號、世界專利申請書 WO 98/16463 號、歐洲專利申請書 EP 787681 號中所述，特別是在歐洲專利申請書 EP 978316 號和義大利專利申請書 MI 2000 A001218、MI2000 A001219 及 MI 2000 A001881 中所述，在甲醇或在甲醇-水介質中進行反應。

事實上，在其它條件不變的情況下，在水性介質中進行反應將可得到更高的反應速率及選擇率。

高的反應表現將會依序造成：

- i. 由技術—經濟的觀點看來，其能在高安全條件下 ( $H_2O_2$  混合物的爆炸區域之外) 進行此方法，而不會使此方法歷經危險；
- ii. 可以在適合直接使用的濃度下和對氧化方法相當經濟的情況下，於反應介質中使用非常少量的促進劑(鹵化物和酸)，而有利於催化系統的穩定性及有利於穩定過氧化氫溶液的生成。

此外，當製程係在有其它有機溶劑(例如丙酮)存的情況下操作，有關有機過氧化物形成所造成的問題可以被降至最低。

最後，當醇類的沸點和蒸發熱被適當的選擇成比水的沸點和蒸發熱為低時，所生成過氧化氫的濃度可達到具

### 五、發明說明 ( 3 )

商業利用性的數值。

依選擇率和經濟的觀點來看，現在已發現可以藉由使用含有一或多種醇類、至少一種  $C_5-C_{32}$  烴類和選擇性含有水的系統做為反應溶劑的方式，使這些方法進一步的被改善。

當此溶劑混合物的成份與該方法相容時，其所獲得的過氧化氫溶液可以被直接用於以鈦-矽沸石做觸媒之氧化方法中。

基於此，本發明的一個目的係關於一種以氫和氧做為起始原料來生產過氧化氫的方法，其係在有以鉑族金屬為基材之非均勻相觸媒存在的情況下，於含有一種鹵化促進劑和/或一種酸性促進劑的反應溶劑中進行反應，其中反應溶劑包括：

- (1) 一種醇類或是醇類的混合物；
- (2) 一或多種  $C_5-C_{32}$  烴類；以及
- (3) 水(選擇性的成份)。

適合用於本發明之用途的醇類例如選自具有 1 到 6 個碳原子的醇類，以 1 到 4 個碳原子為較佳。

在  $C_1-C_4$  的醇類之中，以甲醇、乙醇、特丁基醇(TBA)或其混合物為較佳。又以甲醇為最佳。

反應中所使用醇類或醇類混合物的用量約為反應混合物重量的 60 到 99.95 重量%之間，又以佔反應溶劑重量的 70 到 99 重量%為佳。

## 五、發明說明（4）

C<sub>5</sub>-C<sub>32</sub> 烴類一般係選自鏈烷烴、環鏈烷烴或是芳香化合物。

鏈烷烴的實例較好是選自具有 5 到 18 個碳原子的鏈烷烴，其可以為直鏈或是支鏈。

該種鏈烷烴的實例為正己烷、正庚烷、正辛烷或正癸烷或其支鏈型異構物。

環鏈烷烴的實例為環己烷、十氫萘或被一或多個具有 1 到 6 個碳原子之烷基所取代的衍生物。該種化合物的典型實例為甲基環己烷、乙基環己烷或二甲基環己烷。

適合用於本發明之芳香烴以選自具有 6 到 24 個碳原子的芳香烴為佳。

芳香烴的實例為苯、萘具有一或多個直鏈或支鏈之烷基且具有 1 到 18 個碳原子的烷基苯和烷基萘，以 6 到 12 個碳原子為佳。烷基苯的實例為甲苯、二甲苯（鄰-、間-和對-）、乙苯和異丙苯。

在反應中所使用烴類的用量與所使用醇類的型態有關，其一般係介於反應混合物總重的 0.05 到 40% 之間，又以介於 1 到 30 重量 % 之間為佳。

當有使用水時，其用量為溶劑混合物重量的 0 到 50% 之間，以反應溶劑重量的 2 到 30% 為佳。

可用於本發明之觸媒為一種含有一或多種鉑族金屬做為活性成份的非均勻相觸媒。

這些金屬的實例為鈮、鉑、鈳、銻、鉭和金。較佳的

## 五、發明說明（5）

金屬為鈀和鉑。

出現在這些觸媒中之鈀含量一般係介於 0.1 到 5 重量 % 之間，並且鉑的用量係介於 0.01 到 1 重量 % 之間，而鉑和鈀之間的原子數比則是介於 0.1/99.9 到 50/50 之間。

鈀的含量以介於 0.2 到 3 重量 % 之間為佳，並且鉑的用量係介於 0.02 到 0.5 重量 % 之間，而鉑和鈀之間的原子數比則是介於 1/99 到 30/70 之間。

除了鈀和鉑之外，其他 VIII 或 IB 族的金屬，例如鈦、銻、銻和金等皆可以做為活性成份或促進劑，其濃度一般不會高於鈀的濃度。

觸媒可藉由將活性成份分散在惰性載體上的方式來製備，其係將它們的鹽類或可溶性錯合物之溶液所構成的先質予以沈浸和/或含浸的方式來進行分散，並且藉由本領域已知的製備技術，以例如氫、甲酸鈉、檸檬酸鈉之類的還原物質來進行熱處理和/或化學處理，使其中還原成金屬狀態。

依照本發明的一個實施例，可以藉由將觸媒的單一金屬成份先質依序且交錯的分散於載體之上的方式來製備觸媒，如專利申請書 IT MI2000-A001219 中所述。

惰性的載體一般係由活性碳、二氧化矽、氧化鋁、二氧化矽-氧化鋁、沸石和其它在此領域中已熟知的擔體。用了製備可用於本發明之觸媒，其中以活性碳為較佳的選擇。

## 五、發明說明（6）

可用於本發明之活性碳係選自那些來自化石或天然來源之活性，例如來自木頭、褐煤、泥煤或椰子，其具有的表面積高於 100 平方公尺/克，尤以高於 300 平方公尺/克為佳；其中以具有高於 600 平方公尺/克之表面積的碳為較佳。較佳的活性碳為具有低灰分含量者。

基於此，可使用歐洲專利申請書 EP 978316 號中所述的磺酸化活性碳。

在將支撐或含浸金屬之前，可以先將活性碳施以處理，如以蒸餾水沖洗，或是以酸、鹼或稀釋的氧化劑予以處理，例如醋酸、鹽酸、碳酸鈉和過氧化氫。

分散在反應介質中的觸媒濃度一般約為反應溶劑之重量的 0.1 到 10 重量%之間，尤以 0.3 到 3 重量%之間為佳。

酸促進劑可以是任何一種可在反應溶劑中產生氫離子的物質，並且一般係選自無機酸，如硫酸、磷酸、硝酸，或者是選自有機酸，如磺酸。其中以硫酸和磷酸為較佳。酸的濃度一般約為每公斤的反應溶劑中含有 20 到 1000 毫克之間，又以每公斤反應溶劑含有 50 到 500 毫克為佳。

鹵化促進劑可以是任何一種可在反應溶劑中產生鹵離子的物質。其中以能產生溴離子的物質為較佳。這些物質一般係選自氫溴酸和它可溶於反應介質中的鹽類，例如溴化鈉、溴化鉀、溴化銨或溴酸鈉。其中以氫溴酸、

## 五、發明說明（7）

溴化鈉和溴化鉀為較佳。

鹵化促進劑的濃度一般約為每公斤的反應溶劑中含有 0.1 到 50 毫克之間，又以每公斤反應溶劑含有 1 到 10 毫克為佳。

過氧化氫的生成係藉由使氧氣和氫氣，在有觸媒和促進劑的情況下，且在有或沒有一種選自氮氣、氦氣、氬氣等惰性氣體的情況下，於反應溶劑中進行反應而得。其中以氮氣為較佳的氣體。

進料中之  $H_2/O_2$  的莫耳數比係介於 1/1 到 1/100 之間，以 1/2 到 1/15 之間為佳，並且在與反應溶劑接觸之氣相中的氫氣濃度較好是能維持在低於 4.5 莫耳%的數值之下，而在含有  $H_2$ 、 $O_2$  和選擇性含有一種氫氣之混合物的爆炸極限之外。

依本發明方法之一個實施例，此反應可使用空氣替代純氧來進行反應。

此反應一般係在 -5 到 90°C 的溫度範圍內，以 2 到 50 °C 之間為佳，及總壓力高於大氣壓力的狀況下進行，以介於 30 到 300 巴之間為佳。

本發明之方法可以使用一種適合此目的且選自現有技藝中所述之反應器，以批次或是連續(較佳)的方式來進行。

在上述的條件下操作，可以在安全的條件下生產過氧化氫，其反應生產率通常是每升的反應介質每小時可生

## 五、發明說明 ( 8 )

成 30 到 200 克的過氧化氫(以 100%的  $H_2O_2$  來表示)，並且在耗盡氫氣的情況下，形成  $H_2O_2$  的莫耳選擇率係介於 60%到 90%之間。

因而所獲得之過氧化氫溶液可以被直接用於氧化方法中，其包括使用過氧化氫，而不需複雜的中間加工，例如去除酸和溶劑。

此外，藉由以蒸餾自反應介質中去有機成份的方式，本發明之方法適合用來製造商用的過氧化氫水溶液，而有機成份可以被回流至合成系統中。

本發明之方法可使得反應物能以高轉化率和選擇率轉化成過氧化氫，所獲得之過氧化氫溶液沒有酸性或是只含有微量的酸性和/或鹽類。

以下之實例只是針對本發明做更詳細的說明，並不應視為對本發明之範圍設限。

### 實例 1

#### 載體的處理

將 50 克粉末狀的海岸松(maritime pine)活性碳和 500 毫升的蒸餾水置入一個一升的燒瓶中。在  $80^{\circ}C$  下經過 2 小時之後，將活性碳予以濾除，並且以 500 毫升的蒸餾水沖洗。

接著，將仍舊潮濕的活性碳置入一升的玻璃燒瓶中，並且在添加 500 毫升 2 重量%的  $HCl$  溶液之後，使溫度調為  $80^{\circ}C$ 。經過大約 2 小時之後，使混合物冷卻，並且

## 五、發明說明 ( 9 )

以蒸餾水沖洗在過濾器上的活性碳，直到除去氯化物為止。回收經沖洗後的活性碳，並且以 120°C 的溫度使其在烘箱中進行乾燥 2 小時。

### 實例 2

#### 1%Pd-0.1%Pt/C 觸媒之製備

將 10 克依實例 1 所述方式處理過的活性碳置入一個 0.5 升的玻璃燒瓶中，其中還含有 100 毫升的蒸餾水和 0.32 克的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。將此懸浮液置於室溫下 (20-25°C)，並且攪拌 10 分鐘。

接著再將 10 毫升含有 1.0 克  $\text{Na}_2\text{PdCl}_4$  (10 重量%的 Pd) 和 0.1 克 10 重量%  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$  的水溶液，於大約 10 分鐘的時間內慢慢滴入。

讓此懸浮液在室溫下維持 10 分鐘，然後在 90°C 的溫度下加熱 10 分鐘。接著再加入 0.85 克甲酸鈉在 10 毫升水中所形成的水溶液，並且在 90°C 的溫度下持續攪拌 2 小時。

在冷卻至室溫之後，將懸浮液予以過濾，並且以蒸餾水沖洗回收的觸媒，直到除去氯化物為止，並且以 120°C 的溫度使其在烘箱中進行乾燥 2 小時。

### 實例 3(比較用)

#### 過氧化氫的合成

使用一個迷你型的試驗工廠，其係由一個體積為 350 毫升的 Hastelloy C 壓力釜所構成，裝有一個恆溫調控系

## 五、發明說明 ( 10 )

統、磁阻式攪拌系統、可調控反應期間之壓力的系統、連續去除含有液相反應產物的過濾器、溶劑和促進劑之混合物的進料系統和一系列的調節和控制儀器。在反應器中置入 0.6 克如實例 1 所述方式製備之觸媒和 100 克含有 6ppmHBr 和 200ppmH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>的甲醇：水溶液(重量比為 97/3)。

以 3.6 體積 %H<sub>2</sub>、11 體積 %O<sub>2</sub>和 85.4 體積 %N<sub>2</sub>所組成之氣體混合物使壓力釜在沒有攪拌的情況下加壓至 100 巴。然後以 800 轉/分鐘的速度開始攪拌，以 700 升(Nl/小時)相同氣體混合物之連續氣流來維持此壓力，同時亦以 300 克/小時的進料速度通入具有上述組成之甲醇：水溶液，並且其含有 6ppmHBr 和 200 ppmH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>。反應器內部的溫度維持在 6°C。藉由連續分析進料和反應器出口處之氫氣和氧氣含量的方式，可以得到反應的走向。

所形成過氧化氫的濃度係藉由以過錳酸鉀滴定反應器液體流出物的方式來決定。一旦反應器中已達到停滯的狀態，有關於轉化氫氣的選擇率係以反應流出物中之過氧化氫的濃度、和離開反應器之 H<sub>2</sub>分析結果為基準來計算。

所得之結果列於表一。

### 實例 4

重覆實例 3，進料至反應器中之混合物包括：96%的甲醇、1%的環己烷和 3%的水(甲醇/水重量比=32)，且含

## 五、發明說明 ( 11 )

有 6ppm 的 HBr 和 200 ppm 的  $H_2SO_4$ 。所得之結果列於表一。

### 實例 5

重覆實例 3，進料至反應器中之混合物包括：94%的甲醇、3%的環己烷和 3%的水(甲醇/水重量比=31.3)，且含有 6ppm 的 HBr 和 200 ppm 的  $H_2SO_4$ 。所得之結果列於表一。

### 實例 6

重覆實例 3，進料至反應器中之混合物包括：92%的甲醇、5%的環己烷和 3%的水(甲醇/水重量比=30.7)，且含有 6ppm 的 HBr 和 200 ppm 的  $H_2SO_4$ 。所得之結果列於表一。

### 實例 7

重覆實例 3，進料至反應器中之混合物包括：94%的甲醇、3%的正己烷和 3%的水(甲醇/水重量比=31.3)，且含有 6ppm 的 HBr 和 200 ppm 的  $H_2SO_4$ 。所得之結果列於表一。

## 五、發明說明 ( 12 )

表一

實例編號	反應時間 小時	鏈烷烴/環鏈烷烴 %	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 重量%	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 選擇率 莫耳%
3	65	0	5.96	76
4	65	1%環己烷	5.71	87
5	65	3%環己烷	5.5	89
6	65	5%環己烷	5.5	89
7	65	3%正己烷	5.2	85

## 四、中文發明摘要（發明之名稱：多成分溶劑系中過氧化氫之直接合成法）

本發明係關於一種由氫和氧來生成過氧化氫的方法，其係在含有鹵化促進劑和/或酸性促進劑之反應溶劑中，於有以一或多種鉑族金屬為基材之非均勻相觸媒存在的情況下進行反應而得，其中此反應溶劑包括：

- (1) 一種醇類或是醇類的混合物；
- (2) 一或多種 C<sub>5</sub>-C<sub>32</sub> 烴類；以及
- (3) 水(選擇性的成份)。

此方法在高安全性的條件下操作，且對於 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的形成具有相當高的生產率和莫耳選擇率。

## 英文發明摘要（發明之名稱：

DIRECT SYNTHESIS OF  
HYDROGEN PEROXIDE IN A  
MULTICOMPONENT SOLVENT  
SYSTEM

A process is described for the production of hydrogen peroxide from hydrogen and oxygen in a reaction solvent containing a halogenated promoter and/or an acid promoter, in the presence of a heterogeneous catalyst based on one or more metals of the platinum group, wherein the reaction solvent consists of:

- (1) an alcohol or mixture of alcohols;
- (2) one or more C<sub>5</sub>-C<sub>32</sub> hydrocarbons; and
- (3) optionally water.

The process operates under high safety conditions with a high productivity and molar selectivity towards the formation of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

## 六、申請專利範圍

第 91109352 號「多成分溶劑系中過氧化氫之直接合成法」專利案

(93年5月修正)  
補充

## 六、申請專利範圍

1. 一種由氫和氧來生成過氧化氫之方法，其係在含有鹵化促進劑和 / 或酸促進劑之反應溶劑中，在非均勻相觸媒存在之情況下，於溫度為  $-5$  到  $90^{\circ}\text{C}$  的範圍內、總壓力高於大氣壓力的狀況下進行反應而得，其中此反應溶劑包括：

(1) 一種醇類或是醇類混合物，其中醇類係選自具有 1 到 6 個碳原子的醇類；

(2) 一或多種  $\text{C}_5$ - $\text{C}_{32}$  烴類，其中  $\text{C}_5$ - $\text{C}_{32}$  烴類係選自鏈烷烴、環鏈烷烴和芳香化合物；

(3) 選擇性成份 - 水；且

鹵化促進劑係選自可在反應溶劑中產生鹵離子的物質；

酸促進劑係選自可在反應溶劑中產生氫離子的物質；且

觸媒係藉由沈澱和 / 或含浸的方式，將活性金屬成份分散於惰性載體之上而製成；其中觸媒的金屬成份係選自鈮、鉑、鈦、銻、銱和金；且載體係選自活性碳、以磺酸根官能化之活性碳、二氧化矽、氧化鋁、二氧化矽 - 氧化鋁和沸石。

## 六、申請專利範圍

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中醇類為甲醇。
3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中醇類或醇類混合物之量介於反應溶劑之 10 到 99.9 重量%之間。
4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中鏈烷烴係選自具有 5 到 18 個碳原子的鏈烷烴，並且可為直鏈或是支鏈。
5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中環鏈烷烴係選自環己烷、十氫萘或其經一或多個具有 1 到 6 個碳原子之烷基所取代的衍生物。
6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中芳香烴係選自具有 6 到 24 個碳原子的芳香烴。
7. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中芳香烴為一種烷基苯，選自甲苯、二甲苯(鄰-、間-和對-)、乙苯和異丙苯。
8. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中烴類的量介於反應溶劑之 0.01 到 40 重量%之間。
9. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中觸媒之金屬成份為鈀和鉑。
10. 如申請專利範圍第 9 項之方法，其中觸媒中之鈀含量介於 0.01 到 5 重量%之間，並且鉑含量介於 0.01 到 1 重量%之間，而鉑 / 鈀原子數比則是介於 0.1/99.9 到 50/50 之間。
11. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中載體為一種具

## 六、申請專利範圍

- 有低灰分含量之活性碳，且其表面積高於 100 平方公尺 / 克。
12. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中活性碳之表面積高於 300 平方公尺 / 克。
  13. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中鹵化促進劑係選自可在反應溶劑中產生溴離子的物質，如氫溴酸及其可溶於反應介質中的鹽類，如鹼金屬溴化物、溴化鉍或溴酸鈉。
  14. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中鹵化促進劑的濃度為每公斤的反應溶劑中含有 0.1 到 50 毫克之間。
  15. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中酸促進劑係選自無機酸，如硫酸、磷酸、硝酸，或者是選自有機酸，如磺酸。
  16. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中酸促進劑的濃度為每公斤的反應溶劑中含有 20 到 1000 毫克之間。
  17. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中所使用觸媒的濃度介於反應溶劑之 0.1 到 10 重量%之間。
  18. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中反應係在溫度為 2 到 50°C 的範圍內進行。
  19. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中總壓力介於 30 到 300 巴之間。
  20. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中進料中之氫氣 / 氧氣之莫耳數比介於 1/1 到 1/100 之間。

## 六、申請專利範圍

21. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中反應係在有選自氮氣、氦氣、氬氣之惰性氣體存在之情況下進行。
22. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中與反應溶劑接觸之氣相中之氬氣濃度被維持在 4.5 莫耳%之數值以下。
23. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中反應係以批次或是連續方式來進行。
24. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中過氧化氫溶液被直接用於選自烯烴、芳香烴、氮和羰基化合物之物質的氧化反應中，並使用鈦-矽沸石做為觸媒。