

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6689948号
(P6689948)

(45) 発行日 令和2年4月28日 (2020.4.28)

(24) 登録日 令和2年4月10日 (2020.4.10)

(51) Int. Cl.	F I
B O 1 J 23/52 (2006.01)	B O 1 J 23/52 M
C O 1 B 15/029 (2006.01)	C O 1 B 15/029
B O 1 J 37/16 (2006.01)	B O 1 J 37/16
B O 1 J 37/04 (2006.01)	B O 1 J 37/04 1 O 2

請求項の数 14 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2018-233061 (P2018-233061)	(73) 特許権者	304039548
(22) 出願日	平成30年12月13日 (2018.12.13)		コリア・インスティテュート・オブ・サイ
(65) 公開番号	特開2019-209317 (P2019-209317A)		エンス・アンド・テクノロジー
(43) 公開日	令和1年12月12日 (2019.12.12)		大韓民国, ソウル 136-791, ソン
審査請求日	平成30年12月13日 (2018.12.13)		ブックーク, ファランノ 14-ギル 5
(31) 優先権主張番号	10-2018-0063815	(74) 代理人	100121728
(32) 優先日	平成30年6月1日 (2018.6.1)		弁理士 井関 勝守
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)	(74) 代理人	100165803
			弁理士 金子 修平
		(72) 発明者	イ スンヨン
			大韓民国, 02792 ソウル, ソンブッ
			クーク, ファランノ 14-ギル, 5
		(72) 発明者	ハン サンス
			大韓民国, 02792 ソウル, ソンブッ
			クーク, ファランノ 14-ギル, 5
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 Au-Pt 合金を含む触媒、その製造方法、及びそれを利用した過酸化水素合成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

Au-Pt 合金を含む触媒において、

前記合金は、分子式： $Au_xPt_{(100-x)}$ （Xは、22以上97以下である）で表され、前記合金は、 $L1_0$ 型（fct）結晶構造からなることを特徴とする、過酸化水素（ H_2O_2 ）合成用触媒。

【請求項 2】

前記合金は、固溶体であることを特徴とする、請求項 1 に記載の過酸化水素合成用触媒。

【請求項 3】

前記合金は、過酸化水素の直接合成反応に活性を有することを特徴とする、請求項 1 に記載の過酸化水素合成用触媒。

【請求項 4】

前記分子式において、前記 X は 27 以上 97 以下であることを特徴とする、請求項 1 に記載の過酸化水素合成用触媒。

【請求項 5】

Au-Pt 合金を含む過酸化水素（ H_2O_2 ）合成用触媒の製造方法において、

(a) 分散剤及び還元剤を所定の溶媒に溶解させて、第 1 溶液を得る段階、及び

(b) Au 前駆体及び Pt 前駆体を前記第 1 溶液に添加して、Au-Pt 合金を合成する

段階

を含み、

前記合金は、分子式： $Au_xPt_{(100-x)}$ （ x は、22以上97以下である）で表され、

前記合金は、 $L1_0$ 型（ fcc ）結晶構造からなることを特徴とする、製造方法。

【請求項6】

前記（b）段階で、前記 Au 前駆体及び前記 Pt 前駆体を前記第1溶液に添加することにおいて、前記 Au 前駆体及び前記 Pt 前駆体を所定の溶媒に溶解させて第2溶液を得た後、前記第2溶液を前記第1溶液に添加して、 $Au-Pt$ 合金を合成することを特徴とする、請求項5に記載の製造方法。

10

【請求項7】

前記第2溶液を前記第1溶液に添加することにおいて、ドロップ方式（滴状方式）を利用することを特徴とする、請求項6に記載の製造方法。

【請求項8】

前記（b）段階は、氷水浴内で0℃付近の温度で遂行されることを特徴とする、請求項5に記載の製造方法。

【請求項9】

前記還元剤は、 $NaBH_4$ （水素化ホウ素ナトリウム）、ブチルリチウム、及びアスコルビン酸からなる群より選択される1つ以上の物質を含むことを特徴とする、請求項5に記載の製造方法。

20

【請求項10】

前記分散剤は、 PVP （ポリビニルピロリドン）、オレイルアミン、及び $CTAB$ （セチルトリメチルアンモニウムブロミド）からなる群より選択される1つ以上の物質を含むことを特徴とする、請求項5に記載の製造方法。

【請求項11】

前記 $Au-Pt$ 合金は、固溶体であることを特徴とする、請求項5に記載の製造方法。

【請求項12】

前記 $Au-Pt$ 合金は、過酸化水素の直接合成反応に活性を有することを特徴とする、請求項5に記載の製造方法。

30

【請求項13】

前記（b）段階よりも後に、
（c）前記（b）段階で合成された前記 $Au-Pt$ 合金を洗浄する段階をさらに含むことを特徴とする、請求項5に記載の製造方法。

【請求項14】

$Au-Pt$ 合金を含む触媒を利用した過酸化水素合成方法において、
分子式： $Au_xPt_{(100-x)}$ （ x は、22以上97以下である）で表され、 $L1_0$ 型（ fcc ）結晶構造からなる合金を含む触媒を利用して過酸化水素を合成することを特徴とする、合成方法。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、 $Au-Pt$ 合金を含む触媒、その製造方法、及びそれを利用した過酸化水素合成方法に関する。より詳細には、本発明は、2種の元素が混合された合金を含み、前記元素は、 Au （金）及び Pt （白金）を含むことを特徴とする、 $Au-Pt$ 合金を含む触媒、その製造方法、及びそれを利用した過酸化水素合成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

過酸化水素（ H_2O_2 ）は、パルプ及び製紙、繊維、水処理、化合物生産、石油化学、半導体分野などの多様な産業で、光沢剤、消毒剤、酸化剤、燃料などに利用されている。

50

過酸化水素の生産量は毎年増加しており、Transparency Market Researchによれば、2023年の過酸化水素の世界市場規模は約7兆ウォンに達するであろうと予想される。また、水素と酸素とを利用した過酸化水素の直接合成反応自体は、容易に見えるが、技術的に難しい反応であるため、商用化工程が未だ開発されていない。しかし、従来の非効率的な過酸化水素の合成工程に代替する環境にやさしい工程の開発により、過酸化水素市場は次第に成長するであろうと予想される。

【0003】

一方、過酸化水素の直接合成反応のための触媒としてパラジウム（Pd）触媒が主に利用されており、これは過酸化水素の合成時に高い活性を示す。しかし、パラジウム元素が自動車、エネルギーなどの産業で脚光を浴びることによって、2017年12月、パラジウムの価格が2017年初めに比べて50%の上昇を見せた。アングロ・アメリカンによれば、パラジウムの需要増加幅は、今後3～5年間で供給増加幅を大きく上回るであろうと予測されている。従って、急激に成長する過酸化水素市場の需要を充たすために、パラジウムに代替するに値する過酸化水素の直接合成用触媒の開発に対する重要性が浮き彫りになっているのが実情である。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従って、本発明は、前述した問題点を全て解決することをその目的とする。また本発明は、高活性を有する新規触媒を提供することで、パラジウム（Pd）触媒との代替を可能にすることを他の目的とする。さらに本発明は、互いに固溶されない性質を有するAu（金）及びPt（白金）の固溶体及びその製造方法を提供することをさらなる他の目的とする。さらに本発明は、新規触媒を利用した過酸化水素の直接合成方法を提供することをさらなる他の目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記目的を達成するための本発明の代表的な構成は次の通りである。

【0006】

本発明の一態様によれば、Au-Pt合金を含む触媒において、2種の元素が混合された合金を含み、前記元素は、Au（金）及びPt（白金）を含むことを特徴とする触媒が提供される。

30

【0007】

本発明の他の態様によれば、Au-Pt合金を含む触媒の製造方法において、
（a）分散剤及び還元剤を所定の溶媒に溶解させて、第1溶液を得る段階；及び
（b）Au前駆体及びPt前駆体を前記第1溶液に添加して、Au-Pt合金を合成する段階；
を含むことを特徴とする製造方法が提供される。

40

【0008】

本発明の他の態様によれば、Au-Pt合金を含む触媒を利用した過酸化水素合成方法において、Au（金）及びPt（白金）が混合された合金を含む触媒を利用して過酸化水素を合成することを特徴とする合成方法が提供される。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、高活性を有する新規触媒を提供することで、パラジウム（Pd）触媒

50

との代替が可能となる。また、互いに固溶されない性質を有するAu（金）及びPt（白金）の固溶体及びその製造方法を提供することができる。さらに、新規触媒を利用した過酸化水素の直接合成方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、本発明の一実施例に係るAu-Pt合金の透過電子顕微鏡（TEM）写真である。

【図2】図2は、本発明の一実施例に係るAu-Pt合金の結晶構造及びシミュレーテッドXRD（Simulated-XRD）結果を例示した図面である。

【図3】図3は、本発明の一実施例に係るAu-Pt合金の組成別XRD結果を例示した図面である。

10

【図4】図4は、本発明の一実施例に係るAu-Pt合金を含む触媒の組成別触媒活性及び組成別元素投入量の比率を示した表である。

【図5】図5は、本発明の一実施例に係るAu-Pt合金を触媒として利用した過酸化水素合成過程の反応座標を示したグラフである。

【図6】図6は、比較例のPdを触媒として利用した過酸化水素合成過程の反応座標を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

後述する本発明に対する詳細な説明は、本発明が実施され得る特定の実施例を例示として示す添付図面を参照する。これらの実施例は、当業者が本発明を実施することができるように充分詳細に説明される。本発明の多様な実施例は各々異なるが、各々が排他的である必要はないことが理解されるべきである。例えば、ここに記載されている特定の形状、構造、及び特性は、一実施例に係る本発明の精神及び範囲を逸脱せずに、他の実施例で具現され得る。

20

【0012】

また、各々の開示された実施例内の個別構成要素の位置又は配置は、本発明の精神及び範囲を逸脱せずに変更され得ることが理解されるべきである。従って、後述する詳細な説明は、限定的な意味で捉えようとするものではなく、本発明の範囲は、適切に説明されると、併せて添付された請求項の範囲と、その請求項が主張することと均等な全ての範囲とによってのみ限定される。図面で類似する参照符号は、いくつかの側面において同一か類似する機能を示す。

30

【0013】

以下、本発明が属する技術分野で通常の知識を有する者が本発明を容易に実施することができるようにするために、本発明の好ましい実施例について、添付の図面を参照して詳細に説明する。

【0014】

図1は、本発明の一実施例に係るAu-Pt合金のTEM写真である。なお、図1に示す写真は黒色写真であり、以下に示す各元素の分布状態が不明確である。よって、図1に示す写真のカラー写真を、参考資料として、平成30年12月13日付の物件提出書に添付して提出する。

40

【0015】

図1（参考資料）に示されるように、本発明に係るAu-Pt合金を含む触媒は、Au（金）及びPt（白金）を含む2種の元素が混合された合金を含み得る。ここで、Au-Pt合金は、AuとPtとが均一に分布された固溶体から形成され得る。

【0016】

本発明の一実施例に係るAu-Pt合金（Au：Pt＝67.6：32.4）の特性を、TEMを利用して分析した。その結果、図1（参考資料）の通り、Au（赤色）及びPt（緑色）が均一な分布を示していることを観察することができた。即ち、Au（赤色）とPt（緑色）が各々分離して存在しているのではなく、粒子全体で2つの元素が均一に

50

混合されて合金をなしていることを確認することができた。

【0017】

次に、本発明に係るAu-Pt合金は、L1₀型(fct; face centered tetragonal、面心正方)結晶構造からなり得る。具体的には、本発明者らの量子計算結果によれば、固溶され得るAu-Ptの結晶構造候補群のうち、L1₀型結晶構造が熱力学的に最も低いエネルギー値を有し、安定したものであることが分かった。

【0018】

図2には、本発明に係るAu-Pt合金(Au:Pt=50:50)のL1₀型結晶構造及びこれに対するSimulated-XRD結果が示されている。図2の通り、L1₀型結晶構造に対するSimulated-XRD結果で、既存では現れていなかった新しい種類のXRDピークが確認された。

【0019】

図3に示した、本発明によってボトムアップ(bottom-up)合成を通じて得たAu-Pt合金の組成別XRD結果を、前記図2のSimulated-XRD結果と比較した。そうすると、各々の組成別Au-Pt合金(Au₂₂Pt₇₈乃至Au₉₃Pt₇)が、図2のSimulated-XRD結果と類似するピークを示すことを確認することができた。これを通じて、本発明によって合成された各々の組成別Au-Pt合金(Au₂₂Pt₇₈乃至Au₉₃Pt₇)が、L1₀型結晶構造からなることを確認することができた。

【0020】

次に、本発明に係るAu-Pt合金は、過酸化水素(H₂O₂)の直接合成反応に活性を有し得る。

【0021】

図4の表には、本発明の一実施例に係るAu-Pt合金を含む触媒の組成別触媒活性及び組成別元素投入量の比率が示されている。組成別触媒特性を評価するために、各々の組成別触媒を利用した過酸化水素の直接合成反応実験を遂行した。具体的には、計2mLの溶液(水1.5973mL、エタノール0.4mL、リン酸(85%)0.0027mL、NaBrO₃0.16mg)に0.032mgの合金触媒を入れたコロイダル溶液に、総ガス流量70mL/min(4%H₂ in Ar=50mL/min、O₂=20mL/min、H₂:O₂=10:1)でバブリングした後、過酸化水素の濃度を測定した。組成別触媒ごとに過酸化水素の直接合成反応を遂行して、10分、20分、30分、及び60分が経過した後、過酸化水素の生成量を検出した。各々の結果を図4の表に示す。過酸化水素の検出は、過酸化水素の生成量によって変色して表出されるストリップ(strip)を利用した。

【0022】

実施例として、Au₂₂Pt₇₈、Au₂₇Pt₇₃、Au₄₂Pt₅₈、Au₅₇Pt₄₃、Au₇₅Pt₂₅、Au₉₃Pt₇、Au₉₇Pt₃、及びAu₉₉Pt₁の活性を測定し、比較例として、Pt₁₀₀、Au₁₀₀、Pd₁₀₀を利用した反応を遂行した。

【0023】

Au₁₀₀は過酸化水素の合成に影響を及ぼさず、Pt₁₀₀は30分間で5~10ppmの過酸化水素生成量を示す。一方、本発明の実施例に係るAu-Pt合金は、分子式:Au_xPt_(100-x)で表されるとき、Xが22以上になりさえすれば、Pt₁₀₀の活性を越えることを確認することができ、Xが97のときには、単独では活性を示さないAuの含量が高いにもかかわらず、Pd₁₀₀の活性をさらに越えることを確認することができた。即ち、分子式:Au_xPt_(100-x)においてXが22以上97以下であるとき、Au-Pt合金は高い活性を示すことを確認することができる。

【0024】

従来の過酸化水素の直接合成用触媒として広く利用されているPd₁₀₀が、10分間で10ppm、20分間で10~25ppm、30分間で25ppm、60分間で25p

10

20

30

40

50

pm以上の過酸化水素生成量を示すことと比べれば、分子式： $Au_xPt_{(100-x)}$ においてXが27以上97以下であるとき、Au-Pt合金は、 Pd_{100} と類似するか、 Pd_{100} よりも高い活性を示すことを確認することができる。

【0025】

特に、分子式： $Au_xPt_{(100-x)}$ においてXが42以上97以下であるときには、10分間、20分間、30分間、及び60分間の全ての区間で Pd_{100} よりも確実に高い活性を示し、Xが93のときには、10分間及び20分間の区間で Pd_{100} よりもはるかに高い活性を示した。

【0026】

即ち、単独では過酸化水素の合成に影響を及ぼさないAuと、Pdよりは少ない活性を有するPtとを合成して製造した本発明の触媒が、Pd触媒との代替が可能な高い触媒活性を有する高効率の新規触媒であることを、実験を通じて確認することができた。

10

【0027】

上記のように、本発明に係るAu-Pt合金を含む触媒が有する高い活性について、Au-Pt及びPdにおける反応経路エネルギー分析を通じても検証することができる。これを図5及び図6を参照して説明する。

【0028】

図5は、本発明の一実施例に係るAu-Pt合金を触媒として利用した過酸化水素合成過程の反応座標を示したグラフであり、図6は、比較例のPdを触媒として利用した過酸化水素合成過程の反応座標を示したグラフである。なお、図面上で、小さい球体のうち黒色球体は酸素原子を意味し、小さい球体のうち白色球体は水素原子を意味する。ここで、解離された水素原子の位置を示すために、前記白色球体の線の太さを変更した。

20

【0029】

過酸化水素の直接合成反応は、水素と酸素とを利用した反応であり、反応自体は容易に見えるが、技術的に難しい反応であるため、商用化工程が未だ開発されていない。過酸化水素を直接合成するためには、触媒が、水素分子を良好に解離させ、酸素分子の解離を良好に抑制して、表面で吸着させる機能を遂行しなければならない。Pdはこれら2つの役割を良好に遂行するので、過酸化水素の直接合成反応における高性能の触媒として知られている。一方、Au-Pt合金は、 H_2 解離障壁値が0.02 eVで、 O_2 解離障壁値である0.77 eVよりも非常に低いことから、水素分子を良好に解離させ、酸素分子の解離を抑制することが可能であるので、Au-Pt合金も高性能の触媒である。

30

【0030】

よって、本発明に係るAu-Pt合金（図5）とPd（図6）とを比較してみると、前記Au-Pt合金の H_2 解離障壁値は、Pdの H_2 解離障壁値である0.20 eVよりもさらに低いので、Au-Pt合金を用いると、過酸化水素の直接合成反応の最初の段階I（ $O_2^* + H_2^* \rightarrow O_2^* + 2H^*$ ）が起こり易い。

【0031】

また、Au-Pt合金（図5）では、各段階が熱力学的に発熱反応挙動を示しており、一方、Pd（図6）では、最初の段階Iを除いた残りの段階で吸熱反応挙動を示している。反応全体の反応物のエネルギーと生成物のエネルギーとを比較したときにも、Au-Pt合金における反応が、Pdにおける反応よりもエネルギー的に安定するので、Au-Pt合金がPdに比べて過酸化水素の生産性に優れていると判断される。

40

【0032】

一方、全体反応のうち段階II（ $O_2^* + 2H^* \rightarrow OOH^* + H^*$ ）及び段階II'（ $O_2^* + 2H^* \rightarrow 2O^* + 2H^*$ ）を参照すると、以下のことが分かる。即ち、Pd（図6）では、副反応の $2O^* + 2H^*$ 構造のエネルギーが-2.30 eVで、エネルギー的に最も安定する。一方、Au-Pt合金（図5）では、Pt周辺のAu原子の分布によって副反応 $2O^* + 2H^*$ 構造のエネルギーが-0.34 eVと大きく不安定になり、特に主反応 $OOH^* + H^*$ 構造のエネルギーである-0.38 eVよりもさらに高いエネルギー値を有するので、副反応構造が形成され難い。

50

【0033】

同様に、全体反応のうち段階 I I I ($\text{OOH}^* + \text{H}^* \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2^*$) と段階 I I I' ($\text{OOH}^* + \text{H}^* \rightarrow \text{OH}^* + \text{O}^* + \text{H}^*$) を参照すると、副反応 $\text{OH}^* + \text{O}^* + \text{H}^*$ 構造のエネルギーが、Pd (図6) では -2.22 eV 、Au-Pt 合金 (図5) では -1.58 eV であって、Pd よりも Au-Pt 合金で副反応構造がさらに形成され難いと予想される。

【0034】

結論として、上記のような反応経路エネルギー分析を通じて、本発明に係る Au-Pt 合金が、従来の Pd よりも過酸化水素に対する高い選択性と活性とを有することを確認することができた。

10

【0035】

一方、過酸化水素の直接合成時、Au-Pt 合金の Pt 原子周辺で過酸化水素の合成反応がさらによく起こり得る。これは、過酸化水素の合成初期段階で H_2 が触媒に吸着後、容易に解離されなければならないが、Au は H_2 解離障壁値が高いからである。また、解離された各々の水素原子は、Pt-Pt Bridge に位置するときがエネルギー的に最も有利であり得る。

【0036】

次に、本発明の実施例として、Au-Pt 合金を含む触媒の製造方法が提供され得る。

【0037】

まず、(a) 分散剤及び還元剤を所定の溶媒に溶解させて第1溶液を得る段階が提供され得る。

20

【0038】

ここで、分散剤は、PVP (ポリビニルピロリドン)、オレイルアミン、及びCTAB (セチルトリメチルアンモニウムブロミド) からなる群より選択される1つ以上の物質を含むことができ、還元剤は、 NaBH_4 (水素化ホウ素ナトリウム)、ブチルリチウム、及びアスコルビン酸からなる群より選択される1つ以上の物質を含むことができるが、これらに限定されるものではない。

【0039】

次に、(b) Au 前駆体及び Pt 前駆体を第1溶液に添加して Au-Pt 合金を合成する段階が提供され得る。

30

【0040】

なお、この (b) 段階で、Au 前駆体及び Pt 前駆体を第1溶液に添加することにおいて、Au 前駆体及び Pt 前駆体を所定の溶媒に溶解させて第2溶液を得た後、第2溶液を第1溶液に添加して Au-Pt 合金を合成することができる。

【0041】

即ち、分散剤及び還元剤を所定の溶媒に溶解させて得た第1溶液に、Au 前駆体及び Pt 前駆体を所定の溶媒に溶解させて得た第2溶液を添加して、Au-Pt 合金を合成することができる。

【0042】

ここで、第1溶液及び第2溶液を得るときに使用される所定の溶媒は、脱イオン水を含み得るが、これに限定されるものではない。

40

【0043】

一方、第2溶液を第1溶液に添加するとき、ドロップ方式 (滴状方式) を利用することができる。このとき、(b) 段階は 0°C 付近の温度で遂行され得る。例えば、氷水浴内に第1溶液を位置させた状態で第2溶液をドロップ方式で添加することができる。

【0044】

また、(b) 段階よりも後に、(b) 段階で合成された Au-Pt 合金を洗浄する (c) 段階をさらに含むことができるが、これに限定されるものではない。

【0045】

本発明に係る前記製造方法を通じて、互いに固溶されない性質を有する Au (金) 及び

50

Pt（白金）で固溶体を形成することができ、合成されたAu-Pt合金は、過酸化水素（ H_2O_2 ）の直接合成反応に活性を有し得る。Au-Pt合金の特性及び過酸化水素の直接合成反応に対する活性は、前述した内容と重複するので説明を省略する。

【0046】

前記製造方法を利用してAu-Pt合金を合成する具体例を示す。まず、0.153gのPVP及び0.012gの $NaBH_4$ を、15mLの脱イオン水に溶解させて第1溶液を得る。一方、Au前駆体及びPt前駆体を含み計0.01mmolの金属前駆体を、5mLの脱イオン水に溶解させて第2溶液を得る。ここで、溶解された2つの金属元素のモル比Au:Ptは、10:90~95:5であり得るが、これに限定されるものではない。

10

【0047】

次に、氷水浴において、第1溶液に第2溶液をドロップ方式で添加してAu-Pt合金を合成し、合成されたAu-Pt合金ナノ粒子を、脱イオン水を用いて10000rpmで3回洗浄することで、最終結果物を得ることができる。

【0048】

前記例示した数値及び諸般の条件は、本発明に係る製造方法を説明するための一例に過ぎず、これに限定されるものではなく、通常の知識を有する者であれば多様な変形を行うことができる。

【0049】

次に、本発明の実施例として、Au-Pt合金を含む触媒を利用した過酸化水素合成方法が提供され得る。具体的には、Au（金）及びPt（白金）が混合された合金を含む触媒を利用して過酸化水素を合成する方法が提供され得る。Au-Pt合金の特性及び過酸化水素の直接合成反応に対する活性は、前述した内容と重複するので説明を省略する。

20

【0050】

本発明に係る過酸化水素合成方法では、Pd触媒以上の高活性を有するAu-Pt合金を含む触媒が利用されており、このAu-Pt合金を含む触媒は、従来の過酸化水素の直接合成用触媒であるPd触媒との代替が可能である。そして、従来の非効率的な過酸化水素の間接合成工程を代替することで、本発明に係る過酸化水素合成方法は、環境にやさしい工程として急激に成長する過酸化水素市場の需要を充たすことができる。

【0051】

一方、本発明の他の実施例として、本発明に係るAu-Pt合金を、過酸化水素の直接合成反応用の触媒において所定の担体に担持される活性成分として適用するか、本発明に係るAu-Pt合金と異なる金属又は合金を共に適用することで、過酸化水素の直接合成反応の触媒として利用することができる。

30

【0052】

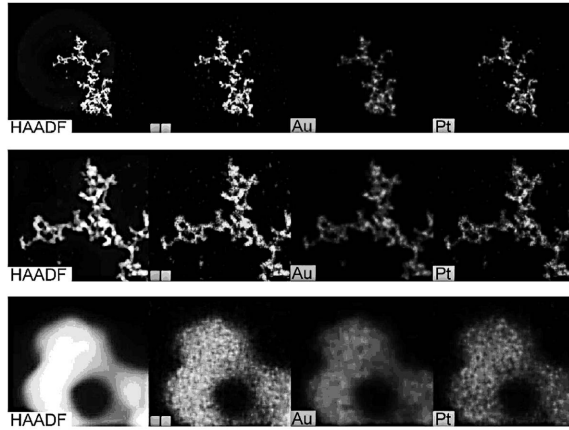
以上、本発明を、具体的な構成要素などの特定事項と限定された実施例及び図面とによって説明したが、これらは本発明のより全般的な理解を助けるために提供されたものであるに過ぎず、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。本発明が属する技術分野において通常の知識を有する者であれば、これらの記載から多様な修正及び変形を行うことができる。

40

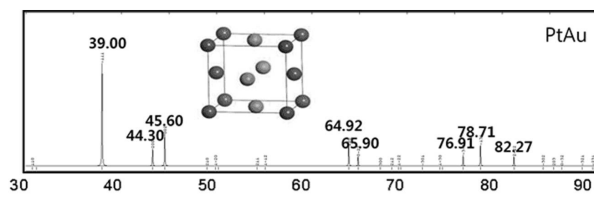
【0053】

従って、本発明の思想は、前述の実施例に限定して定められてはならず、後述する特許請求の範囲だけではなく、本特許請求の範囲と均等又は等価に変形された全てが、本発明の思想の範疇に属するといえる。

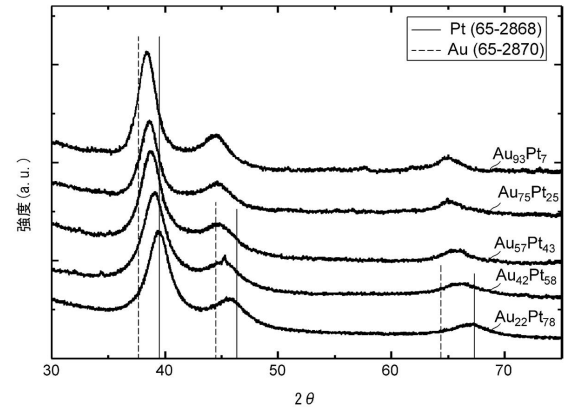
【図 1】



【図 2】



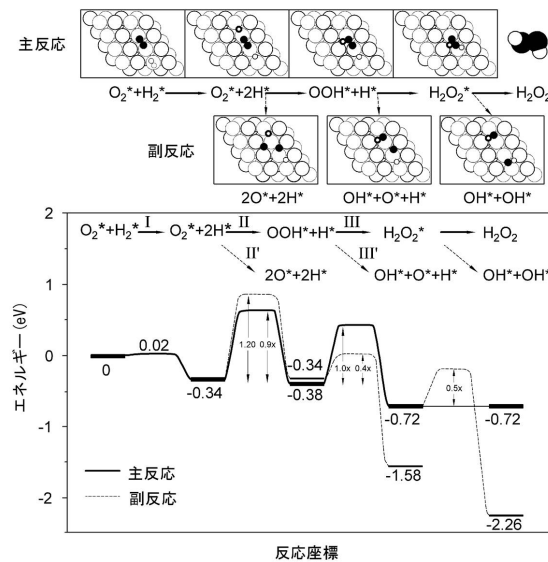
【図 3】



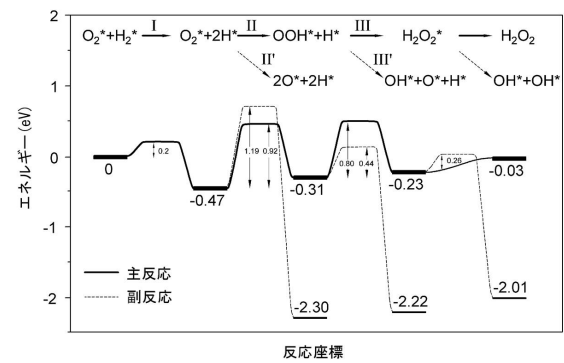
【図 4】

触 媒		投入量	反応時間			
			10 min	20 min	30 min	60 min
比較例	Pt ₁₀₀	Pt ₁₀₀	—	—	5~10 ppm	10ppm
実施例	Au ₂₂ Pt ₇₈	Au ₁₀ Pt ₉₀	2~5 ppm	5~10 ppm	10~25 ppm	25 ppm
	Au ₂₇ Pt ₇₃	Au ₂₀ Pt ₈₀	5~10 ppm	25 ppm	25 ppm	25 ppm ↑
	Au ₄₂ Pt ₅₈	Au ₃₀ Pt ₇₀	10~25 ppm	25 ppm	25 ppm	25 ppm ↑
	Au ₅₇ Pt ₄₃	Au ₅₀ Pt ₅₀	10~25 ppm	25 ppm	25 ppm	25 ppm ↑
	Au ₇₅ Pt ₂₅	Au ₇₀ Pt ₃₀	10~25 ppm	25 ppm	25 ppm	25 ppm ↑
	Au ₉₃ Pt ₇	Au ₉₀ Pt ₁₀	25 ppm	25 ppm ↑	25 ppm	25 ppm ↑
	Au ₈₇ Pt ₁₃	Au ₉₅ Pt ₅	10~25 ppm	25 ppm	25 ppm ↑	25 ppm ↑
	Au ₉₉ Pt ₁	Au ₉₉ Pt ₁	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
比較例	Au ₁₀₀	Au ₁₀₀	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
	Pd ₁₀₀	Pd ₁₀₀	10 ppm	10~25 ppm	25 ppm	25 ppm ↑

【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 ナム ヒョビン
大韓民国, 02792 ソウル, ソンブクーク, ファランーロ 14ーギル, 5
- (72)発明者 イ ホンウ
大韓民国, 02792 ソウル, ソンブクーク, ファランーロ 14ーギル, 5
- (72)発明者 ジョ ソヘ
大韓民国, 02792 ソウル, ソンブクーク, ファランーロ 14ーギル, 5
- (72)発明者 ジャン ホソン
大韓民国, 02792 ソウル, ソンブクーク, ファランーロ 14ーギル, 5

審査官 佐藤 慶明

- (56)参考文献 国際公開第2012/171892 (WO, A1)
特開平10-216518 (JP, A)
特開2011-184397 (JP, A)
特開2018-016534 (JP, A)
特開2016-036783 (JP, A)
国際公開第2017/144885 (WO, A1)
特開2010-089031 (JP, A)
特開2010-077526 (JP, A)
中国特許出願公開第102145305 (CN, A)
KAIZUKA, K. et al., Journal of the American Chemical Society, 米国, 2010年 8月10日, Vol.132, pp.15096-15098
NAKAMURA, T. et al., Supplemental Proceedings: Materials Fabrication, Properties, Characterization, and Modeling, ドイツ, 2011年 2月28日, Vol.2, pp.3-8, doi:10.1002/9781118062142.ch1

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01J	21/00	—	38/74
B22F	9/00	—	9/30
C01B	15/029		