の)酸化反応に有効なPd系合金触媒の探索とその研究の流れとしては、①低温時でも高活性を示すのキャラクタリゼーション、②質量分析計を備え立を行った。助成額50万円は当初の予定通り、〕アルミフレームの購入費用に充てた。触媒合成では、一般に広く利用されるポアフィリ液とHAuCl4水溶液を混合した後、担体となる酸に焼成することでPd-Au合金触媒を得た。触媒の)、透過電子顕微鏡(TEM)、X線回折(XRD)で実施返しにより、Pd-Au合金触媒の適切な合成条件を評価装置開発では、触媒反応を行うセルと反応を立ち上げた。従来から活性評価装置自体は研究効率な測定を可能とした。作製した装置を用いて試料として、Pd-Au単結晶の評価も実施した。最比」に対する「触媒活性化温度」の3次元図を作指針を得ることに成功した。現在、得られた結果に基づいて更なる触媒合成の中から効率的に高活性条件を探索するための系である。これを用いることでより迅速に適切な行る。 The aim of this study is the improvement of the cautomobile exhaust gas purification. For a high-tdevelopment of a catalytic activity testing system alloy catalysts are effective for low-temperature of research-flow is described as follows: (1) establis synthesis method for Pd-Au alloys that are reportemperatures; (2) development of a catalyst activity the sting system alloy catalyst synthesis, a pore-filling method, wemployed. After mixing of Pd(NO)3 aq. and HAu aluminum oxide powder as a substrate. This was a Pd—Au alloyed catalyst. Characterization of the spectroscopy (XPS), transmission electron microre peating catalyst synthesis and characterization catalyst were determined. In the development of the testing system, a vacuperforming the catalytic activity was monitored undimensional diagram of "catalyst activation temp	
### test system. Author 世島,遼(Toyoshima, Ryo) Publisher 慶應義塾大学 Publication year 2020 Jititle 学事振興資金研究成果実績報告書 (2019.) JaLC DOI Abstract 本研究では自動車排気ガス浄化に利用される「3の酸化反応に有効なPd系合金触媒の探索とその研究の流れとしては、①低温時でも高活性を示すのキャラクタリゼーション、②質量分析計を備が立を行った。助成額50万円は当初の予定通り、リアルミフレームの購入費用に充てた。触媒合成では、一般に広へ利用されるボアフィリ液とHAUCl4水溶液を混合した後、担体となる酸に焼成することでPd-Au合金触媒の適切な合成条件を評価装置開発では、触媒反応を行うセルと反応が、を立ち上げた。従来から活性評価装置自体は研ジッ率な測定を可能とした。作製した装置を用いて試料として、Pd-Au単結晶の評価も実施した。最比」に対する「触媒活性化温度」の3次元図を作指針を得ることに成功した。現在、得られた結果に基づいて更なる触媒のの中から効率的に高活性条件を探索するための系である。これを用いることより迅速に適切な行る。 The aim of this study is the improvement of the catalytic activity testing system alloy catalysts are effective for low-temperatures (2) development of a catalytic activity testing system alloy catalysts are effective for low-temperatures (2) development of a catalyst activity spectrometer. The research grants (00,000) were metal samples, and aluminum frames to support In the catalyst synthesis, a pore-filling method, we employed. After mixing of Pd(NO)3 aq, and HAu aluminum oxide powder as a substrate. This was a Pd—Au alloyed catalyst. Characterization of the spectroscopy (XPS), transmission electron micro repeating catalyst synthesis and characterization catalyst were determined. In the development of the testing system, a vacu performing the catalytic activity was monitored un dimensional diagram of "catalyst activation temperforming the catalytic activity was monitored un dimensional diagram of "catalyst activation temperforming the catalytic activity was monitored un dimensional diagram of "catalyst activation temperforming the catalytic activity was monitored un dimensional diagram of "catalyst activation temperforming the catalytic activity was monitored un dimensional diagram of "catalyst activation temperforming the catalytic activity was monitored un dimensional diagram of "catalyst activation temperforming the catalytic activity was monitored un dimensional diagram of "catalyst activation temperforming the catalytic activity was monitored un	
Publisher 慶應義塾大学 Publication year 2020 Jititle 学事振興資金研究成果実績報告書 (2019.) Abstract 本研究では自動車排気ガス浄化に利用される「3 (2)酸化反応に有効なPd系合金触媒の探索とその研究の流れとしては、①低温時でも高活性を示すのキャラクタリゼーション、②質量分析計を備が立を行った。助成額50万円は当初の予定通り、1 アルミフレームの購入費用に充てた。触媒合成では、一般に広く利用されるボアフィリ液とHAuCl4水溶液を混合した後、担体となる酸に焼成することでPd-Au合金触媒を得た。触媒の (2)、透過電子顕微鏡(TEM)、X線回折(XRD)で実施返しにより、Pd-Au合金触媒の適切な合成条件を評価装置開発では、触媒反応を行うセルと反応でを立ち上げた。従来から活性評価装置自体は研究効率な測定を可能とした。作製した後置を用い試料として、Pd-Au単結晶の評価も実施した。最比」に対する「触媒活性化温度」の3次元図を作指針を得ることに成功した。現在、得られた結果に基づいて更なる触媒合成との中から効率的に高活性条件を探索するための終である。これを用いることでより迅速に適切な行る。 The aim of this study is the improvement of the catalytic activity testing system alloy catalysts are effective for low-temperature (research-flow is described as follows: (1) establis synthesis method for Pd-Au alloys that are reportemperatures; (2) development of a catalyst activity performent for the catalyst synthesis, a pore-filling method, wemployed. After mixing of Pd(NO)3 aq. and HAu aluminum oxide powder as a substrate. This was a Pd—Au alloyed catalyst. Characterization of th spectroscopy (XPS), transmission electron micror repeating catalyst synthesis and characterization catalyst were determined. In the development of the testing system, a vacuperforming the catalytic reaction and a mass specinstalled. The	ature CO oxidation and development of reactivity
Publication year 2020 Jititle 学事振興資金研究成果実績報告書 (2019.) JaLC DOI Abstract 本研究では自動車排気ガス浄化に利用される「三の酸化反応に有効なPd系合金触媒の探索とその研究の流れとしては、①低温時でも高活性を示ってキャラクタリゼーション、②質量分析計を備立を行った。助成額50万円は当初の予定通り、プアルミフレームの購入費用に充てた。触媒合成では、一般に広く利用されるポアフィリ液とHAuCl4水溶液を混合した後、担体となる酸に焼成することでPd-Au合金触媒を得た。触媒の)、透過電子顕微鏡(TEM)、X線回折(XRD)で実施返しにより、Pd-Au合金触媒を得た。触媒の)、透過電子顕微鏡(TEM)、X線回折(XRD)で実施返しにより、Pd-Au合金触媒を得た。触媒の常力率な測定を可能とした。作製した装置を用いて設定を立ち上げた。従来から活性評価装置自体は研究効率な測定を可能とした。作製した装置を用いて設計として、Pd-Au単結晶の評価も実施した。最比」に対する「触媒活性化温度」の3次元図を作指針を得ることに成功した。現在、得られた結果に基づいて更なる触媒合成との中から効率的に高活性条件を探索するための系である。これを用いることでより迅速に適切なである。これを用いることでより迅速に適切なである。これを用いることでより迅速に適切なである。これを用いることでより迅速に適切なである。これを用いることでより迅速に適切ななる。 The aim of this study is the improvement of the cautomobile exhaust gas purification. For a high-tdevelopment of a catalytic activity testing system alloy catalysts are effective for low-temperature research-flow is described as follows: (1) establic synthesis method for Pd-Au alloys that are reportemperatures; (2) development of a catalyst activity establic synthesis method for Pd-Au alloys that are reportemperatures; (2) development of a catalyst activity establic synthesis method for Pd-Au alloys that are reportemperatures; (2) development of a catalyst activity expectrometer. The research grants (00,000) were metal samples, and aluminum frames to supportemperatures; (2) development of a catalyst activity expectrometer. The research grants (00,000) were metal samples, and aluminum frames to supportemperatures; (2) fevelopment of a catalysta activation of the spectroscopy (XPS), transmission electron microrepeating catalyst synthesis and characterization catalyst were determined. In the development of the testing system, a vacuperforming the catalytic reaction and a mass speinstalled. The catalytic activity was monitored undimensional diagram of "catalyst activation temp	
Jittle 学事振興資金研究成果実績報告書 (2019.) JaLC DOI Abstract 本研究では自動車排気ガス浄化に利用される「3の酸化反応に有効なPd系合金触媒の探索とその研究の流れとしては、①低温時でも高活性を示っのキャラクタリゼーション、②質量分析計を備う立を行った。助成額50万円は当初の予定通り、プルミフレームの購入費用に充てた。触媒合成では、一般に広く利用されるポアフィリ液とHAUCl4水溶液を混合した後、担体となる酸に焼成することでPd-Au合金触媒を得た。触媒の)、透過電子顕微鏡(TEM)、X線回折(XRD)で実施返しにより、Pd-Au合金触媒の適切な合成条件を評価装置開発では、触媒反応を行うセルと反応を立ち上げた。従来から活性評価装置自体は研究効率な測定を可能とした。作製した装置を用いま料として、Pd-Au単結晶の評価も実施した。最比」に対する「触媒活性化温度」の3次元図を作指針を得ることに成功した。現在、得られた結果に基づいて更なる触媒合成るの中から効率的に高活性条件を探索するための系である。これを用いることでより迅速に適切なるる。 The aim of this study is the improvement of the cautomobile exhaust gas purification. For a high-tdevelopment of a catalytic activity testing system alloy catalysts are effective for low-temperature research-flow is described as follows: (1) establis synthesis method for Pd-Au alloys that are reportemperatures; (2) development of a catalyst active spectrometer. The research grants (00,000) were metal samples, and aluminum frames to support in the catalyst synthesis, a pore-filling method, we employed. After mixing of Pd(NO)3 aq. and HAu aluminum oxide powder as a substrate. This was a Pd—Au alloyed catalyst. Characterization of the pectroscopy (XPS), transmission electron microre repeating catalyst synthesis and characterization catalyst were determined. In the development of the testing system, a vacuperforming the catalytic reaction and a mass speinstalled. The catalytic ractivity was monitored undimensional diagram of "catalyst activation temp	
Abstract 本研究では自動車排気ガス浄化に利用される「3の酸化反応に有効なPd系合金触媒の探索とその研究の流れとしては、①低温時でも高活性を示すのキャラクタリゼーション、②質量分析計を備え立を行った。助成額50万円は当初の予定通り、3アルミフレームの購入費用に充てた。触媒合成では、一般に広く利用されるボアフィー液とHAuCl4水溶液を混合した後、担体となる酸に焼成することでPd-Au合金触媒を得た。触媒の)、透過電子顕微鏡(TEM)、X線回折(XRD)で実施返しにより、Pd-Au合金触媒の適切な合成条件を評価装置開発では、触媒反応を行うセルと反応でを立ち上げた。従来から活性評価装置自体は野効率な測定を可能とした。作製した装置を用いて設料をして、Pd-Au単結晶の評価も実施した。最比」に対する「触媒活性化温度」の3次元図を作指針を得ることに成功した。現在、得られた結果に基づいて更なる触媒合成の中から効率的に高活性条件を探索するためのである。これを用いることでより迅速に適切なである。 The aim of this study is the improvement of the automobile exhaust gas purification. For a high-t development of a catalytic activity testing system alloy catalysts are effective for low-temperature research-flow is described as follows: (1) establis synthesis method for Pd-Au alloys that are repor temperatures; (2) development of a catalyst activ spectrometer. The research grants (00,000) wern metal samples, and aluminum frames to support In the catalyst synthesis, a pore-filling method, we employed. After mixing of Pd(NO)3 aq. and HAu aluminum oxide powder as a substrate. This was a Pd—Au alloyed catalyst. Characterization of the spectroscopy (XPS), transmission electron microrepeating catalyst synthesis and characterization catalyst were determined. In the development of the testing system, a vacu performing the catalytic reaction and a mass speinstalled. The catalytic reaction and a mass spoinstalled. The catalytic reaction and a mass speinstalled. The catalytic activity was monitored undimensional diagram of "catalyst activation temp	
Abstract 本研究では自動車排気ガス浄化に利用される「3 O)酸化反応に有効なPd系合金触媒の探索とその研究の流れとしては、①低温時でも高活性を示すのキャラクタリゼーション、②質量分析計を備減立を行った。助成額50万円は当初の予定通り、3 アルミフレームの購入費用に充てた。触媒合成では、一般に広く利用されるポアフィリ液とHAUCl4水溶液を混合した後、担体となる酸に焼成することでPd-Au合金触媒を得た。触媒の)、透過電子顕微鏡(TEM)、X線回折(KRD)で実施返しにより、Pd-Au合金触媒の適切な合成条件を評価装置開発では、触媒反応を行うセルと反応でを立ち上げた。従来から活性評価装置自体は研究効率な測定を可能とした。作製した装置を用いて試料として、Pd-Au単結晶の評価も実施した。提比」に対する「触媒活性化温度」の3次元図を作指針を得ることに成功した。現在、得られた結果に基づいて更なる触媒合成との中から効率的に高活性条件を探索するためのである。これを用いることでより迅速に適切なである。これを用いることでより迅速に適切なである。これを用いることでより迅速に適切なである。 The aim of this study is the improvement of the cautomobile exhaust gas purification. For a high-t development of a catalytic activity testing system alloy catalysts are effective for low-temperature research-flow is described as follows: (1) establis synthesis method for Pd-Au alloys that are repor temperatures; (2) development of a catalyst activity spectrometer. The research grants (00,000) were metal samples, and aluminum frames to support In the catalyst synthesis, a pore-filling method, we employed. After mixing of Pd(NO)3 aq. and HAu aluminum oxide powder as a substrate. This was a Pd—Au alloyed catalyst. Characterization of the spectroscopy (XPS), transmission electron micro repeating catalyst synthesis and characterization catalyst were determined. In the development of the testing system, a vacu performing the catalytic reaction and a mass spe installed. The catalytic activity was monitored un dimensional diagram of "catalyst activation temp	
の)酸化反応に有効なPd系合金触媒の探索とその研究の流れとしては、①低温時でも高活性を示すのキャラクタリゼーション、②質量分析計を備え立を行った。助成額50万円は当初の予定通り、〕アルミフレームの購入費用に充てた。触媒合成では、一般に広く利用されるポアフィリ液とHAuCl4水溶液を混合した後、担体となる酸に焼成することでPd-Au合金触媒を得た。触媒の)、透過電子顕微鏡(TEM)、X線回折(XRD)で実施返しにより、Pd-Au合金触媒の適切な合成条件を評価装置開発では、触媒反応を行うセルと反応を立ち上げた。従来から活性評価装置自体は研究効率な測定を可能とした。作製した装置を用いて試料として、Pd-Au単結晶の評価も実施した。最比」に対する「触媒活性化温度」の3次元図を作指針を得ることに成功した。現在、得られた結果に基づいて更なる触媒合成の中から効率的に高活性条件を探索するための系である。これを用いることでより迅速に適切な行る。 The aim of this study is the improvement of the cautomobile exhaust gas purification. For a high-tdevelopment of a catalytic activity testing system alloy catalysts are effective for low-temperature of research-flow is described as follows: (1) establis synthesis method for Pd-Au alloys that are reportemperatures; (2) development of a catalyst activity the sting system alloy catalyst synthesis, a pore-filling method, wemployed. After mixing of Pd(NO)3 aq. and HAu aluminum oxide powder as a substrate. This was a Pd—Au alloyed catalyst. Characterization of the spectroscopy (XPS), transmission electron microre peating catalyst synthesis and characterization catalyst were determined. In the development of the testing system, a vacuperforming the catalytic activity was monitored undimensional diagram of "catalyst activation temp	
and composition are obtained. Currently, further synthesis and evaluation of the results. We are also developing a program for a efficiently survey for highly active conditions from	ガスを分析する質量分析計を備えた真空チャンパ 空で所有していたが、セルを小型化してより高て、種々の条件で触媒活性を評価した。また対照 終的に「CO/O2ガス混合比」と「Pd-Au合金組成 読んし、最適なガス混合比や組成を決定するための ご評価を継続している。また並行して多様な条件 充計学的手法"ベイズ最適化"のプログラムを作成中 合金組成を決定するプロセスを確立する予定であ は was carried out. It is well known that Pd-based carbon monoxide (CO) oxidation reaction. The shment and characterization of a catalyst ted to exhibit high activity even at low vity testing system equipped with a mass a used to purchase vacuum equipment parts, the vacuum chamber, as originally planned. Which is widely used for industrial products, was CI4 aq., the mixture was impregnated into a fired at 500 deg. C in an electric furnace to obtain the catalyst was performed by X-ray photoelectron ascope (TEM), and X-ray diffraction (XRD). By an optimal synthesis conditions for Pd-Au alloy um chamber equipped with a gas cell for actrometer for analyzing the reaction gas was der various conditions. Finally, a three-erature", "CO / O2 gas mixture ratio" and "Pd-Au nes for determining the optimal gas mixture ratio a catalyst are ongoing based on the obtained statistical method "Bayesian optimization" to a various conditions. Using this, we plan to
establish a process for determining the appropria	ato andy composition more quickly.
Notes	
Genre Research Paper	

URL

https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2019000007-20190278

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって 保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

2019 年度 学事振興資金 (個人研究) 研究成果実績報告書

研究代表者	所属	理工学部	職名	助教(有期)	一補助額	500 (特B)千円
	氏名	豊島 遼	氏名(英語)	Ryo Toyoshima		200 (14D) TH

研究課題 (日本語)

低温 CO 酸化反応に活性な Pd 系合金触媒の探索と活性評価システムの構築

研究課題 (英訳)

Design of Pd based alloy catalyst for low-temperature CO oxidation and development of reactivity test system.

1. 研究成果実績の概要

本研究では自動車排気ガス浄化に利用される「三元触媒」の高性能化に向けて低温一酸化炭素(CO)酸化反応に有効な Pd 系合金触媒の探索とその触媒活性評価システムの構築を行った。具体的な研究の流れとしては、①低温時でも高活性を示すと報告される Pd-Au 合金の触媒合成法の確立とそのキャラクタリゼーション、②質量分析計を備えた触媒活性評価装置の開発とその解析方法の確立を行った。 助成額 50 万円は当初の予定通り、真空装置用パーツ、金属試料、評価装置支持用のアルミフレームの購入費用に充てた。

触媒合成では、一般に広く利用されるポアフィリング法を採用した。任意の比率で Pd(NO)3 水溶液と HAuCl4 水溶液を混合した後、担体となる酸化アルミ粉末に含侵した。これを電気炉で 500℃に焼成することで Pd-Au 合金触媒を得た。触媒のキャラクタリゼーションは、X 線光電子分光(XPS)、透過電子顕微鏡(TEM)、X 線回折(XRD)で実施した。触媒合成、キャラクタリゼーションの繰り返しにより、Pd-Au 合金触媒の適切な合成条件を決定した。

評価装置開発では、触媒反応を行うセルと反応ガスを分析する質量分析計を備えた真空チャンバを立ち上げた。従来から活性評価装置自体は研究室で所有していたが、セルを小型化してより高効率な測定を可能とした。作製した装置を用いて、種々の条件で触媒活性を評価した。また対照試料として、Pd-Au 単結晶の評価も実施した。最終的に「CO/O2 ガス混合比」と「Pd-Au 合金組成比」に対する「触媒活性化温度」の3次元図を作成し、最適なガス混合比や組成を決定するための指針を得ることに成功した。

現在、得られた結果に基づいて更なる触媒合成と評価を継続している。また並行して多様な条件の中から効率的に高活性条件を探索するための統計学的手法"ベイズ最適化"のプログラムを作成中である。これを用いることでより迅速に適切な合金組成を決定するプロセスを確立する予定である。

2. 研究成果実績の概要(英訳)

The aim of this study is the improvement of the catalytic performance of the "three-way catalyst" for automobile exhaust gas purification. For a high-throughput survey of candidate materials, the development of a catalytic activity testing system was carried out. It is well known that Pd-based alloy catalysts are effective for low-temperature carbon monoxide (CO) oxidation reaction. The research-flow is described as follows: (1) establishment and characterization of a catalyst synthesis method for Pd-Au alloys that are reported to exhibit high activity even at low temperatures; (2) development of a catalyst activity testing system equipped with a mass spectrometer. The research grants (¥500,000) were used to purchase vacuum equipment parts, metal samples, and aluminum frames to support the vacuum chamber, as originally planned.

In the catalyst synthesis, a pore-filling method, which is widely used for industrial products, was employed. After mixing of Pd(NO)3 aq. and HAuCl4 aq., the mixture was impregnated into aluminum oxide powder as a substrate. This was fired at 500 deg. C in an electric furnace to obtain a Pd—Au alloyed catalyst. Characterization of the catalyst was performed by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), transmission electron microscope (TEM), and X-ray diffraction (XRD). By repeating catalyst synthesis and characterization, optimal synthesis conditions for Pd-Au alloy catalyst were determined.

In the development of the testing system, a vacuum chamber equipped with a gas cell for performing the catalytic reaction and a mass spectrometer for analyzing the reaction gas was installed. The catalytic activity was monitored under various conditions. Finally, a three-dimensional diagram of "catalyst activation temperature", "CO / O2 gas mixture ratio" and "Pd-Au alloy composition ratio" was created, and guidelines for determining the optimal gas mixture ratio and composition are obtained.

Currently, further synthesis and evaluation of the catalyst are ongoing based on the obtained results. We are also developing a program for a statistical method "Bayesian optimization" to efficiently survey for highly active conditions from various conditions. Using this, we plan to establish a process for determining the appropriate alloy composition more quickly.

3. 本研究課題に関する発表 発表者氏名 (著者・講演者) 発表課題名 (著書名・演題) 発表学術誌名 (著書発行所・講演学会) (著書発行年月・講演年月)